

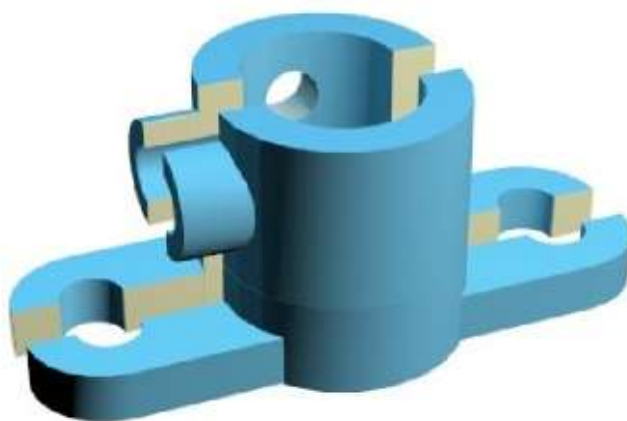
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ, МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

В. И. Лусь

КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ

(для студентов 1 курса бакалавров по направлению подготовки 6.040106

«Экология, охрана окружающей среды и сбалансированное природопользование»)



КОМПАС-3D V10

Харьков

ХНАГХ

2012

Лусь В. И. Курс лекций по инженерной и компьютерной графике (для студентов 1 курса бакалавров по направлению подготовки 6.040106 «Экология, охрана окружающей среды и сбалансированное природопользование») / В. И. Лусь; Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. –Х.: ХНАГХ, 2012. -146 с.

Составитель: В. И. Лусь

Курс лекций выполнен в соответствии с рабочей программой курса «Инженерная и компьютерная графика» для студентов 1 курса направления подготовки 6.040106 – «Экология, охрана окружающей среды и сбалансированное природопользование».

Вопросы выполнения конструкторских графических документов изложены в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Рассмотрены основные приемы создания чертежей на компьютере с использованием графической системы КОМПАС-3D.

Рекомендовано кафедрой инженерной
и компьютерной графики,
протокол № 9 от 3.06.2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	5
Раздел 1. Инженерная графика	6
1. Лекция 1. Виды конструкторских документов	6
1.1. Изделия	7
1.2. Элементы детали	9
1.3. Правила оформления графических конструкторских документов	9
1.3.1. Форматы.....	9
1.3.2. Масштабы	11
1.3.3. Линии чертежа.....	11
1.3.4. Шрифты	12
1.3.5. Штриховка	12
2. Лекция 2. Изображение изделий на чертеже.....	22
2.1. Виды изображений изделий на чертеже	22
2.2. Разрезы	24
2.3. Условности и упрощения при выполнении разрезов	28
2.4. Сечения	29
2.5. Геометрические построения на чертеже.....	30
2.5.1. Построение наклонного сечения	30
2.5.2. Построение изображений вырезов в деталях	31
2.5.3. Построение линий среза	33
3. Лекция 3. Правила нанесения размеров на чертежах	35
3.1. Нанесение размеров на чертеже	35
3.2. Способы простановки размеров	37
3.3. Понятия о базах при простановке размеров	38
3.4. Аксонометрические проекции	40
3.4.1. Виды аксонометрических проекций	40
3.4.2. Построение аксонометрических проекций плоских фигур	45
3.4.3. Построение аксонометрических проекций 3-х мерных объектов.....	48
4. Лекция 4. Соединения деталей	52
4.1. Резьбовые соединения	52
4.1.1. Основные геометрические параметры резьбы	53
4.1.2. Изображение резьбы на чертежах	54
4.1.3. Обозначение резьбы	55
4.1.4. Крепёжные и соединительные детали	56
4.2. Сварные соединения	58
5. Лекция 5. Выполнение рабочих чертежей деталей	61
5.1. Изображение типовых элементов деталей	61
5.2. Обозначение шероховатости поверхностей	63
5.3. Обозначение материалов и технических требований.....	66
5.4. Эскизирование деталей с натуры	73
6. Лекция 6. Чертежи сборочных единиц.....	78
6.1. Выполнение сборочного чертежа.....	78
6.2. Нанесение размеров и номеров позиций	79
6.3. Спецификация	81
Раздел 2. Компьютерная графика.....	84
7. Лекция 7. Основы работы с графическим редактором КОМПАС 3D.....	84
7.1. Интерфейс программы КОМПАС-3D.....	84
7.1.1. Выпадающее меню пункта Файл.....	85
7.1.2. Выпадающее меню Вид.....	85
7.1.3. Выпадающее меню Сервис	85
7.1.4. Выпадающее меню Справка	86

7.2.	Типы документов КОМПАС-3D	86
7.3.	Панели инструментов	86
7.3.1.	Панель инструментов Стандартная	87
7.3.2.	Панель инструментов Вид	87
7.3.3.	Панель инструментов «Текущее состояние»	88
7.3.4.	Панель инструментов «Компактная»	89
7.3.5.	Панель инструментов «Панель свойств»	89
7.3.6.	Панель инструментов «Геометрия»	90
7.3.7.	Расширенные команды панели инструментов «Геометрия»	90
7.4.	Курсор и управление им	91
7.5.	Использование контекстных меню	91
8.	Лекция 8. Выполнение геометрических построений с использованием команд редактирования. Использование менеджера библиотек	92
8.1.	Настройка чертежа	92
8.1.1.	Задание имени чертежа	92
8.1.2.	Оформление размерных примитивов	93
8.1.3.	Задание точностей размерных надписей	95
8.1.4.	Задание параметров размерных надписей	95
8.1.5.	Линейные размеры	96
8.1.6.	Размеры радиусов и диаметров	97
8.1.7.	Угловой размер	98
8.2.	Создание изображений на чертеже	98
8.3.	Настройка масштаба чертежа	99
8.4.	Установка системы координат	99
8.5.	Создание графических примитивов	100
8.6.	Управление изображением документа в окне	102
8.7.	Выделение объектов и отмена выделения	102
8.8.	Редактирование изображений на чертеже	104
8.9.	Пример создания и редактирования чертежа детали «Вал»	105
8.10.	Использование библиотек КОМПАС-3D	109
9.	Лекция 9. Создание 3D-модели с использованием вспомогательных осей и плоскостей, а также с элементами ее обработки	111
9.1.	Общие сведения	111
9.2.	Основные элементы интерфейса 3D-моделирования	111
9.3.	Команды построения трехмерных моделей	113
9.3.1.	Команда Эскиз	113
9.3.2.	Команда Эскиз из библиотеки	114
9.3.3.	Команда Операция	114
9.3.4.	Команда Приклеить	120
9.3.5.	Команда Вырезать	124
9.4.	Вспомогательные примитивы	128
9.4.1.	Вспомогательные оси	128
9.4.2.	Вспомогательные плоскости	129
9.5.	Команды обработки 3D-модели	134
9.5.1.	Фаска	134
9.5.2.	Скругление	134
9.5.3.	Отверстие	135
9.5.4.	Ребро жесткости	136
9.5.5.	Уклон	137
9.5.6.	Сечение	138
9.5.7.	Массив элементов	140
	Список источников	146

ПРЕДИСЛОВИЕ

Инженерная и компьютерная графика относится к циклу обще профессиональных учебных дисциплин, составляющих основу подготовки бакалавров по инженерно-техническим специальностям.

Цель изучения дисциплины состоит в том, чтобы приобрести знания, необходимые:

- для выполнения и чтения чертежей изделий на основе метода прямоугольного проецирования;
- для нанесения размеров с учетом основных положений конструирования и технологии;
- для съемки эскизов деталей с натуры;
- для выполнения сборочных чертежей в соответствии со стандартами ЕСКД;
- для пользования стандартами и справочными материалами;
- для приобретения студентами навыков выполнения чертежей на компьютере.

Знания, умения и навыки, приобретенные при изучении дисциплины, необходимы как при изучении общеинженерных и специальных дисциплин, так и в последующей профессиональной деятельности.

Инженерная и компьютерная графика является первой ступенью обучения студентов, на которой изучаются начальные правила выполнения и оформления конструкторской документации.

Курс лекций разработан на основании государственных образовательных стандартов. В нём не конкретизируется содержание отдельных заданий, так как это определяется рабочей программой дисциплины для конкретной специальности.

В нём не излагаются стандарты ЕСКД, а лишь разъясняются их основные положения для правильного выполнения заданий при изучении дисциплины.

РАЗДЕЛ 1. ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

ЛЕКЦИЯ 1. ВИДЫ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

- 1.1. Изделия
- 1.2. Элементы детали
- 1.3. Правила оформления графических конструкторских документов
 - 1.3.1. Форматы
 - 1.3.2. Масштабы
 - 1.3.3. Линии чертежа
 - 1.3.4. Шрифты
 - 1.3.5. Штриховка

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) – комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями и предприятиями.

По ГОСТ 2.102-68 «Виды и комплектность конструкторских документов» к *конструкторским документам* относят графические и текстовые документы, которые в отдельности или совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

Конструкторские документы подразделяют на следующие основные виды:

- чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля;
- сборочный чертеж (СБ) – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля (к сборочным чертежам также относят электромонтажные, гидромонтажные и пневмомонтажные чертежи);
- чертеж общего вида (ВО) – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Составляется на этапе эскизного и технического проектирования и за пределы конструкторского бюро, как правило, не выходит;
- габаритный чертеж (ГЧ) – документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами;
- монтажный чертеж (МЧ) – документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные, необходимые для его установки (монтажа) на месте применения;
- теоретический чертёж (ТЧ) – документ, определяющий геометрическую форму (обводы изделия и координаты расположения составных частей);
- схема – документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними;
- спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта;
- пояснительная записка – документ, содержащий описание устройства и принцип действия изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений;

- технические условия – документ, содержащий эксплуатационные показатели изделия и методы контроля его качества.

Помимо указанных документов к конструкторским документам относят различные ведомости, таблицы, расчеты, эксплуатационные, ремонтные и другие документы.

В зависимости от способа выполнения и характера использования конструкторские документы делят на следующие виды:

- оригиналы – документы, выполненные на любом материале и предназначенные для изготовления по ним подлинников;
- подлинники – документы, оформленные подлинными установленными подписями и выполненные на любом материале, позволяющем многократное воспроизведение с них копий;
- дубликаты – копии подлинников, обеспечивающие идентичность воспроизведения подлинника, выполненные на любом материале, позволяющем снятие с них копий;
- копии – документы, выполненные способом, обеспечивающим их идентичность с подлинником (дубликатом), и предназначенные для непосредственного использования при разработке, производстве, эксплуатации и ремонте изделия.

Если документы предназначены для разового использования в производстве, допускается их выполнять в виде эскиза.

Эскиз – чертёж временного характера, выполняемый без применения чертёжных принадлежностей в произвольном масштабе с сохранением пропорций детали.

В зависимости от *стадии разработки* документы подразделяются на проектные и рабочие. ГОСТ 2.103-68 устанавливает содержание отдельных стадий разработки:

- *техническое предложение* – совокупность конструкторских документов, содержащих техническое и технико-экономическое обоснование целесообразности разработки документации изделия на основании анализа технического задания и различных вариантов решения вопроса;
- *эскизный проект* – совокупность конструкторских документов, содержащих принципиальное конструктивное решение и общее представление об устройстве и принципе работы изделия; эскизный проект служит основанием для разработки технического проекта;
- *технический проект* – совокупность конструкторских документов, содержащих окончательное техническое решение, дающих полное представление о работе изделия и содержащих данные для разработки рабочей документации.
- *рабочая документация* – совокупность документов, предназначенных для непосредственного изготовления, контроля, ремонта изделия и его составных частей.

1.1. Изделия

Изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии.

Изделия в зависимости от их назначения делят на изделия основного и вспомогательного производства.

К изделиям основного производства относят изделия предприятия, предназначенные для реализации (поставки) другим предприятиям или в торговую сеть. Так, если предприятие изготавливает станки, инструменты, крепежные изделия для реализации, то их относят к изделиям основного производства. К изделиям вспомогательного производства относят изделия, используемые для собственных нужд предприятия, изготавливающего их,

т. е. инструменты, специальные приспособления, штампы, крепежные изделия и др., предназначенные для изготовления изделий основного производства этого предприятия.

Изделия, предназначенные для поставки (реализации) и одновременно используемые для собственных нужд предприятием, изготавливающим их, относят к изделиям основного производства.

ГОСТ 2.101-68 устанавливает для всех отраслей промышленности виды изделий, на которые составляется конструкторская документация, и дает им определения.

Устанавливаются следующие виды изделий:

- детали;
- сборочные единицы;
- комплексы;
- комплекты.

В зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей изделия делят на неспецифицированные детали – не имеющие составных частей – и специфицированные (сборочные единицы, комплексы, комплекты) – состоящие из двух и более составных частей.

Понятие «составная часть» применяют только в отношении конкретного изделия, в состав которого она входит. Составной частью может быть любое изделие:

- деталь (втулка, корпус);
- сборочная единица (редуктор);
- комплекс (турбогенератор);
- комплект (запасные части или инструменты).

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, например, валик из одного куска металла, литой корпус, маховик из пластмассы (без арматуры), печатная плата, отрезок кабеля или провода заданной длины, болт, шпилька, гайка. К деталям также относят изделия, подвергнутые покрытиям (защитным или декоративным) или изготовленные с применением местной сварки, пайки, клепки.

Сборочная единица – изделие или часть изделия, составные части которого соединены между собой с помощью сборочных операций (свинчивания, клёпки, сварки, пайки, запрессовки, склеивания). Например, автомобиль, станок, редуктор, сварной корпус, изделие из пластмассы с металлической арматурой, вентиль.

Комплекс – два или более изделия, не соединенные с помощью сборочных операций, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Каждое из этих изделий, входящих в комплекс, служит для выполнения одной или нескольких основных функций, установленных для всего комплекса, например, автоматизированная линия станков, электрическая подстанция, автозаправочная станция и т.п. В комплекс, кроме изделий, выполняющих основные функции, могут входить детали, сборочные единицы и комплекты, предназначенные для выполнения вспомогательных функций, например, детали и сборочные единицы, предназначенные для монтажа комплекса на месте его эксплуатации; комплект запасных частей, укладочных средств, тары.

Комплект – изделия, не соединенные на предприятии с помощью сборочных операций и представляющие собой набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например комплект запасных частей, измерительной аппаратуры и т.п.

К покупным относят изделия, не изготавливаемые на данном предприятии, а получаемые им в готовом виде, например измерительные приборы (амперметры, вольтметры), крепежные изделия (болты, шпильки, гайки) и др.

1.2. Элементы детали

Часть детали, имеющая определенное назначение, называется элементом детали, например, фаска, галтель, буртик, ребро жёсткости, резьба, проточка, сквозное или глухое (несквозное) отверстие, паз (шпоночный паз), лыска, центровое отверстие (рис. 1.1).

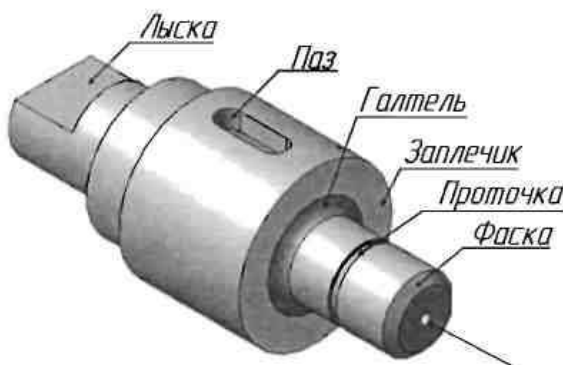
Фаска – скошенное ребро стержня, бруска, листа или отверстия.

Галтель – криволинейная поверхность плавного перехода от меньшего сечения вала к плоской части заплечика или буртика.

Буртик – кольцевое утолщение вала, составляющее с ним одно целое. Плоские поверхности буртика называются заплечиками (заплечики в машиностроении – выступы на изделии для упора).

Ребро жёсткости – тонкая стенка, чаще всего треугольной формы, для усиления жёсткости конструкции.

Проточка – кольцевой желобок на стержне или кольцевая выточка в отверстии, технологически необходимая для выхода резьбонарезного инструмента или для других целей.



Центровое отверстие

Рис. 1.1

Паз – прорезь в виде продольной канавки на деталях. Лыска – плоский срез на цилиндрической, конической или сферической части тела.

Центровое отверстие – специальное технологическое отверстие, высверливаемое в торцевой поверхности детали, обрабатываемой в центрах.

1.3. Правила оформления графических конструкторских документов

1.3.1. Форматы

Чертежи выполняют на листах бумаги определенного формата, что создает условия максимального удобства при хранении, комплектации и брошюровке конструкторских документов.

Форматы листов определяются размерами внешней кромки листа или рамки, которую выполняют сплошной тонкой линией (рис. 1.2).

Применяют основные и дополнительные форматы. ГОСТ 2.301-68 предусматривает пять основных форматов: А0, А1, А2, А3 и А4 (таблица 1.1). Наибольшим основным форматом листа является А0 с размерами сторон 1189х841 мм, площадь которого приблизительно равна 1 м², а отношение сторон составляет 1:2,5. Остальные основные форматы получают путем последовательного деления предыдущего большего формата на две равные части параллельно его меньшей стороне.

На всех форматах (кроме А4) основную надпись можно располагать как вдоль длинной, так вдоль короткой сторон формата.

На листах формата А4 основная надпись располагается вдоль короткой стороны, т.к. этот формат используется только с вертикальным расположением длинной стороны.

Дополнительная графа на всех форматах, кроме А4, располагается вдоль длинной стороны.

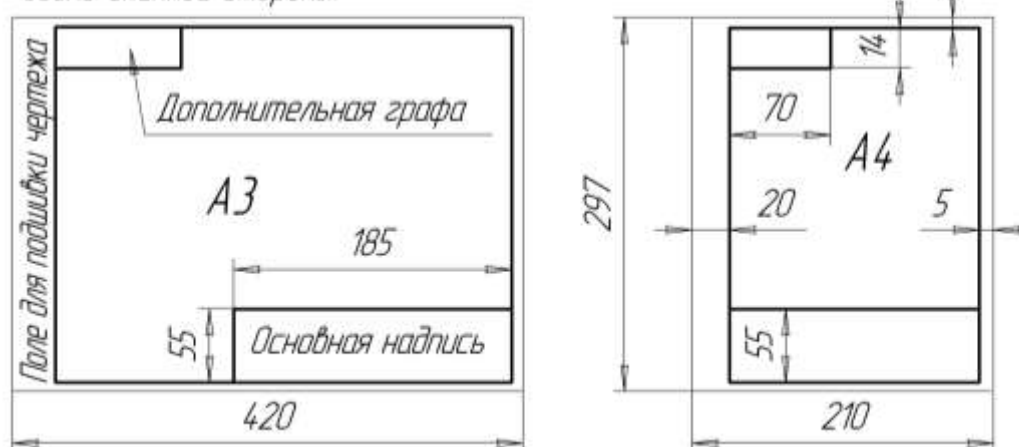


Рис. 1.2 – Расположение основной надписи

Таблица 1.1 – Основные и дополнительные форматы

ОСНОВНЫЕ ФОРМАТЫ

Обозначение	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон, мм	841x1189	594x841	420x594	297x420	210x297

НЕКОТОРЫЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФОРМАТЫ

Обозначение	A0x2	A1x3	A2x3	A3x3	A4x3
Размеры сторон, мм	1189x1682	841x1783	594x1261	420x891	297x630

Дополнительные форматы образуются путем увеличения коротких сторон основных форматов на величину, кратную n . Коэффициент увеличения n должен быть целым числом. При обозначении дополнительных форматов указывают формат и через знак умножения – коэффициент: А4×3 (297×630).

ГОСТ 2.301-68 разрешает использовать основные форматы как длинной, так и короткой стороной вниз. Исключение составляет формат А4, который можно использовать только короткой стороной вниз. Не разрешается использовать формат А5 самостоятельно. Его необходимо применять только на листе формата А4.

Прежде чем приступить к разработке чертежа, необходимо выполнить внутреннюю рамку, т. е. определить рабочее поле чертежа. Рамка выполняется сплошной толстой основной линией. Слева должно быть оставлено поле для брошюровки шириной 20 мм, справа, снизу и сверху по 5 мм (см. рисунок 1.1).

В правом нижнем углу внутренней рамки выполняется основная надпись по ГОСТ 2.104-68. Данный ГОСТ устанавливает форму, размеры, содержание, расположение граф основной надписи, а также размеры рамок на чертежах и схемах. Для всех чертежей установлена основная надпись, выполняемая по форме 1. Основную надпись, дополнительные графы к ней и рамки выполняют сплошными основными толстыми и тонкими линиями.

Выбор формата определяется сложностью конструкции изделия и его габаритами.

1.3.2. Масштабы

Не все изделия можно изобразить на чертеже в натуральную величину, так как одни изделия по своим размерам очень велики, другие – малы. Поэтому изображения одних изделий на чертежах приходится уменьшать в определенное число раз по отношению к их действительной величине, а изображения других изделий – увеличивать. Все эти изменения производят в соответствии с рекомендуемыми масштабами.

По ГОСТ 2.302-68 масштаб – это отношение линейных размеров изображения изделия к его действительным размерам. Масштабы изображений выбираются из ряда, представленного в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Масштабы

<i>Масштабы уменьшения</i>	<i>1:2, 1:2,5, 1:4, 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:25, 1:40, 1:50, 1:75, 1:100, 1:200, 1:400, 1:500, 1:800, 1:1000</i>
<i>Натуральная величина</i>	<i>1:1</i>
<i>Масштабы увеличения</i>	<i>2:1, 2,5:1, 4:1, 5:1, 10:1, 20:1, 40:1, 50:1, 100:1</i>

1.3.3. Линии чертежа

На чертежах применяют следующие типы линий (ГОСТ 2.303-68):

- сплошные – линии непрерывные;
- прерывистые – линии с постоянно повторяющимися одними и теми же элементами (например, штриховые);
- чередующиеся – линии с постоянно повторяющимися группами разных элементов (например, штрихпунктирные).

Толщина сплошной толстой основной линии зависит от масштаба и сложности изображения, а также формата чертежа, но должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм.

Толщина линий должна быть неизменной по всей ее длине и одинаковой на всех изображениях, выполненных с применением одного и того же масштаба.

Наименования, начертания, назначение и толщина линий приведены на рис. 1.3.

+

Наименование	Начертание	Толщина линии	Назначение
Сплошная основная		(S) 0,5...1,4 мм	Линии видимого контура
Сплошная тонкая		S/3...S/2	Линии выносные, размерные, штриховки, выноски
Сплошная волнистая		S/3...S/2	Линии обрыва. Линии разграничения вида и разреза
Штриховая		S/3...S/2	Линии невидимого контура
Штрихпунктирная		S/3...S/2	Осевые и центровые линии
Разомкнутая		S...1,5S	Линии сечения

Рис. 1.3 – Типы линий

Прерывистые и чередующиеся линии должны выполняться в соответствии со следующими требованиями:

- длина штрихов и длина промежутков между штрихами или между штрихами и другими элементами одной и той же линии должны быть одинаковыми;
- штрихи штрихпунктирных линий должны выходить за контурные линии изображений на 2-5 мм;
- вместо штрихпунктирной линии допускается тонкая сплошная линия, если размер начерченного элемента на чертеже (окружности, квадрата, эллипса и т. п.) не более 12 мм;
- штрихпунктирные линии должны пересекаться штрихами.

1.3.4. Шрифты

При выполнении надписей на чертежах следует применять шрифты и правила, установленные ГОСТ 2.304-81*. Чертежный шрифт содержит русский, латинский и греческий алфавиты, арабские и римские цифры, а также знаки.

Размер шрифта определяет высота h (рис. 1.4) прописных (заглавных) букв и цифр в мм, измеряемая перпендикулярно основанию строки. Устанавливаются следующие размеры шрифта: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

В учебных работах рекомендуется использовать шрифты размером от 3,5 до 14.

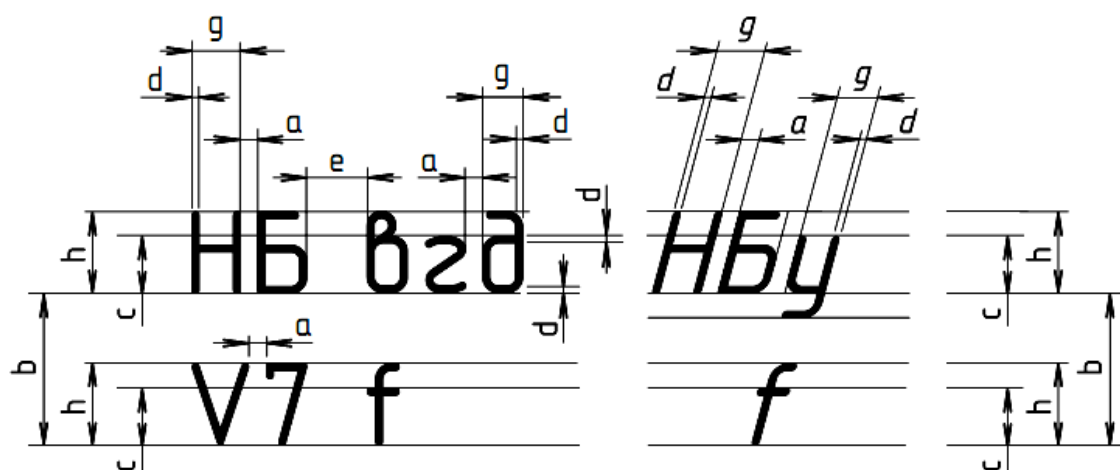


Рис. 1.4 – Параметры начертания букв

Стандарт устанавливает два типа шрифтов: тип А без наклона и с наклоном около 75° и тип Б без наклона и с наклоном около 75° (шрифт типа А уже шрифта типа Б и имеет меньшую толщину линии шрифта).

Параметрами шрифтов, зависящими от их размера и (или) типа, являются (см. рис. 1.4): толщина линии шрифта d ; высота строчной буквы c ; расстояние между буквами a ; минимальное расстояние между основаниями строк b ; минимальное расстояние между словами e ; наибольшая ширина буквы g .

Для написания шрифта в процессе обучения используется вспомогательная сетка-сетка, образованная вспомогательными линиями, в которые вписываются буквы. Шаг сетки определяют в зависимости от толщины линий шрифта (рис. 1.5).

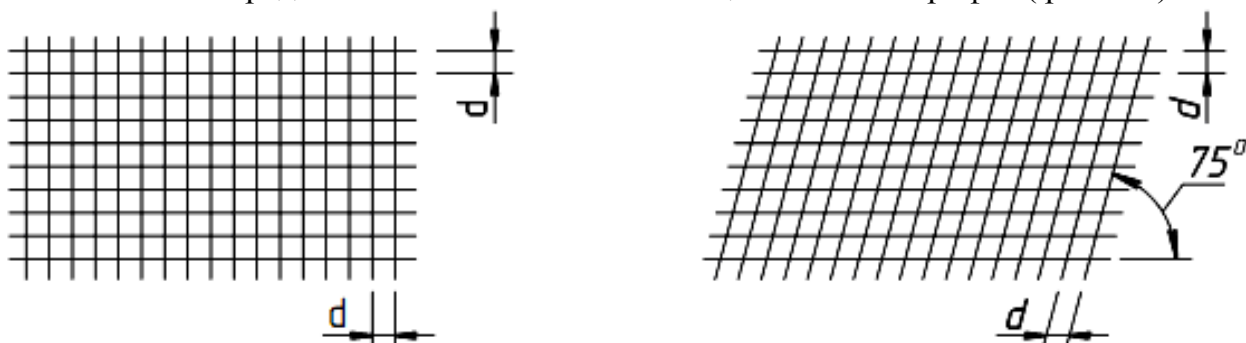
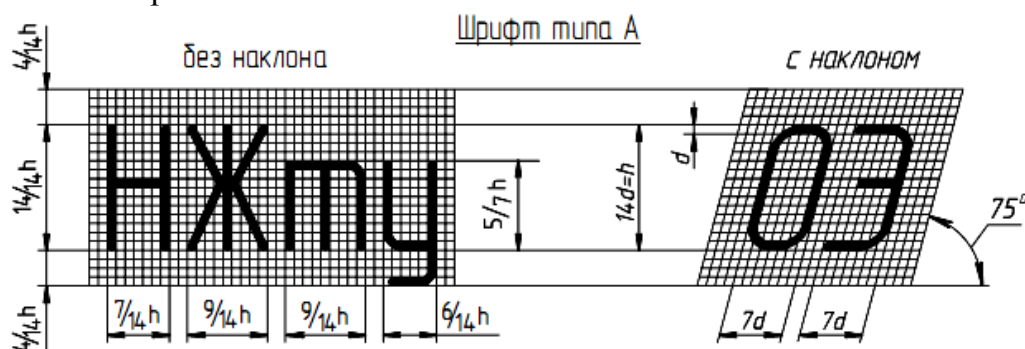


Рис. 1.5

Построение шрифта во вспомогательной сетке с его обозначенными параметрами показано на рис. 1.6.



Шрифт типа Б

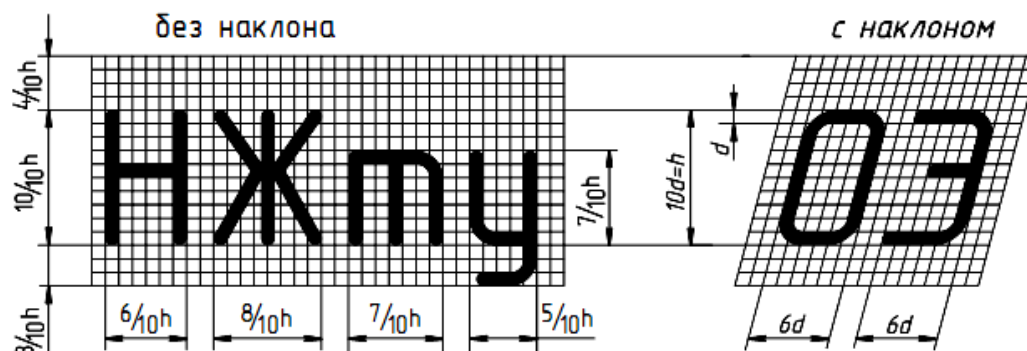


Рис.1.6 - Построение шрифта во вспомогательной сетке

Параметры шрифта типа А и типа Б для букв русского алфавита (кириллицы) и арабских цифр в относительных размерах, а для шрифтов размеров 3,5; 5; 7; 10; 14 и в цифровом виде приведены в табл. 1.3 и 1.4 соответственно.

Таблица 1.3 - Параметры шрифта типа А

Параметры	Относительный размер	Размеры, мм				
Размер шрифта h	$(14/14)h = 14d$	3,5	5	7	10	14
Высота строчных букв c	$(10/14)h = 10d$	2,5	3,5	5	7	10
Расстояние между буквами a	$(2/14)h = 2d$	0,5	0,7	1	1,4	2
Минимальное расстояние между основаниями строк b	$(22/14)h = 22d$	5,5	8	11	16	22
Минимальное расстояние между словами e	$(6/14)h = 6d$	1,5	2,1	3	4,2	6
Толщина линий шрифта d	$(1/14)h = d$	0,25	0,35	0,5	0,7	1
Ширина прописных букв:						
- А, Д, Х, Ы, Ю	$(8/14)h = 8d$	2	2,8	4	5,6	8
- Ж, М, Ш, Щ, Ъ,	$(9/14)h = 9d$	2,25	3,15	4,5	6,3	9
- Г, Е, З, С	$(6/14)h = 6d$	1,5	2,1	3	4,2	6
- Ф	$(11/14)h = 11d$	2,75	3,85	5,5	7,7	11
- остальных букв	$(7/14)h = 7d$	1,75	2,45	3,5	4,9	7
Ширина строчных букв:						
- м, ъ, ы, ю	$(7/14)h = 7d$	1,75	2,45	3,5	4,9	7
- т, ф, ш, щ	$(9/14)h = 9d$	2,25	3,15	4,5	6,3	9
- с	$(5/14)h = 5d$	1,25	1,75	2,5	3,5	5
- ж	$(8/14)h = 8d$	2	2,8	4	5,6	8
- остальных букв	$(6/14)h = 6d$	1,5	2,1	3	4,2	6
Ширина арабских цифр:						
- 1	$(4/14)h = 4d$	1	1,4	2	2,8	4
- 3,5	$(6/14)h = 6d$	1,5	2,1	3	4,2	6
- остальных цифр	$(7/14)h = 7d$	1,75	2,45	3,5	4,9	7

Таблица 1.4 - Параметры шрифта типа Б

Параметры	Относительный размер	Размеры, мм				
Размер шрифта h	$(10/10)h = 10d$	3,5	5	7	10	14
Высота строчных букв c	$(7/10)h = 10d$	2,5	3,5	5	7	10
Расстояние между буквами a	$(2/10)h = 2d$	0,7	1	1,4	2	2,8
Минимальное расстояние между основаниями строк b	$(17/10)h = 17d$	6	8,5	12	17	24
Минимальное расстояние между словами e	$(6/10)h = 6d$	2,1	3	4,2	6	8,4

Параметры	Относительный размер	Размеры, мм				
Толщина линий шрифта d	$(1/10)h = d$	0,35	0,5	0,7	1	1,4
Ширина прописных букв:						
- А, Д, М, Х, Ы, Ю	$(7/10)h = 7d$	2,5	3,5	5	7	10
- Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ,	$(8/10)h = 8d$	2,8	4	5,6	8	11,2
- П, Е, З, С	$(5/10)h = 5d$	1,75	2,5	3,5	5	7
- остальных букв	$(6/10)h = 6d$	2,1	3	4,2	6	8,4
Ширина строчных букв:						
- м, ъ, ы, ю	$(6/10)h = 6d$	2,1	3	4,2	6	8,4
- ж, т, ф, ш, щ	$(7/10)h = 7d$	2,5	3,5	5	7	10
- з, с	$(4/10)h = 4d$	1,4	2	2,8	4	5,6
- остальных букв	$(5/10)h = 5d$	1,75	2,5	3,5	5	7
Ширина арабских цифр:						
- 1	$(3/10)h = 3d$	1,05	1,5	2,1	3	4,2
- 4	$(6/10)h = 6d$	2,1	3	4,2	6	8,4
- остальных цифр	$(5/10)h = 5d$	1,75	2,45	3,5	5	7



Рис. 1.7



Рис.1.8

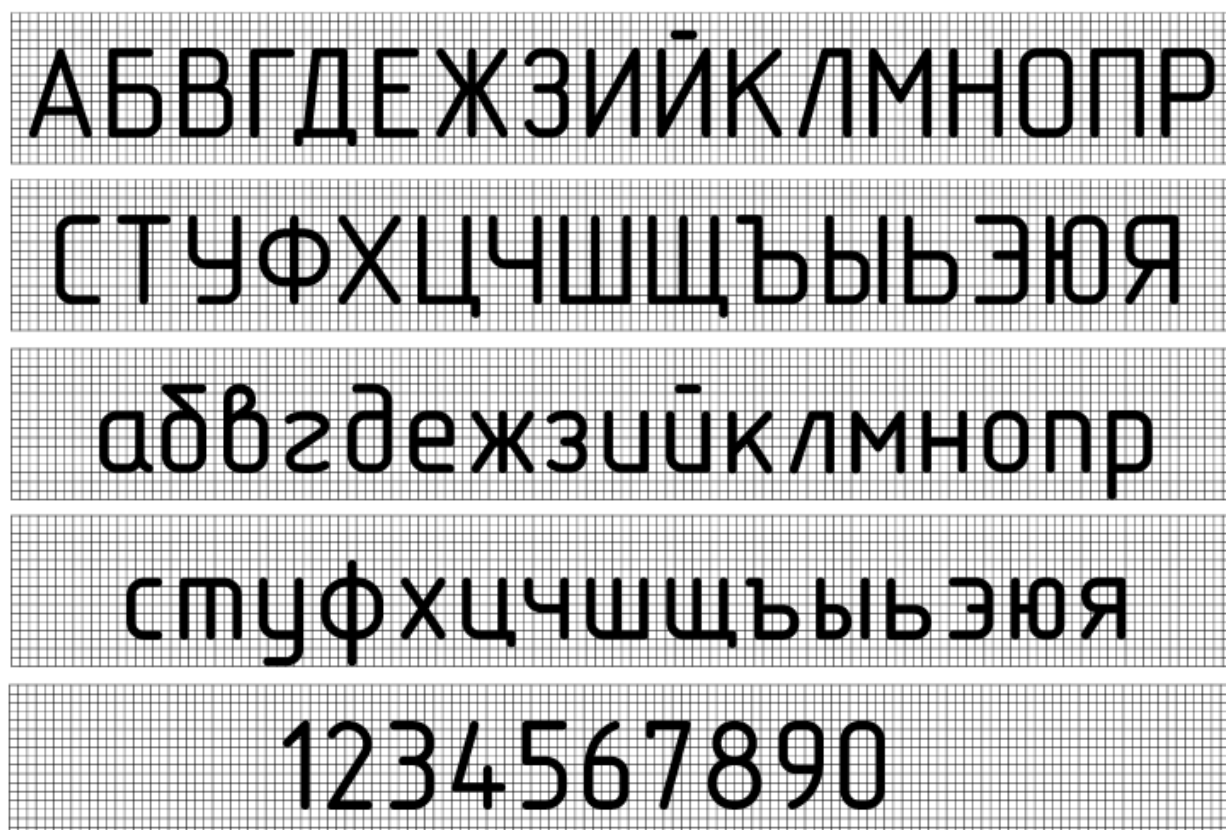


Рис.1.9



Рис.1.10

Начертания букв русского алфавита и арабских цифр шрифта типа А без наклона приводятся на рис. 1.7, типа А с наклоном – на рис. 1.8; типа Б без наклона - на рис. 1.9; начертания букв латинского алфавита шрифта типа А без наклона - на рис. 1.10.

При написании букв и цифр необходимо обратить внимание на следующие их элементы:

- расположение по высоте средней горизонтальной черты букв , Е, Н, Э, Ю и на длину ее у букв Е, Э;
- размер и расположение нижних отростков у букв Д, Ц и Щ и верхнего отростка буквы Ъ, горизонтальные части которых выполняются за счет промежутков между смежными буквами, а вертикальные - за счет промежутка между строками;
- расположение наклонной линии в букве И;
- размер и расположение верхней черты буквы Й;
- расположение наклонных линий букв Ж и К;
- расположение по высоте горизонтальной черты буквы А;
- длину верхней горизонтальной линии буквы Б;
- ширину верхней части букв В, Э ;
- наличие прямых участков и непостоянство закруглений буквы О и соответствующих элементов других букв;
- расположение по высоте овальной части буквы Ф;
- положение и направление наклонной линии буквы Я;
- скругления у букв Ч, У и длину нижней горизонтальной линии буквы У;
- высоту и положение на строке строчных букв б, в, д, р, у, ф.

При сочетании некоторых букв, соседние линии которых не параллельны между собой (например, ГА, ТА или РА), создается впечатление неравномерности расстояния между буквами. Поэтому расстояние между такими буквами может быть уменьшено наполовину или убрано совсем (рис. 1.11).

Между знаками препинания и предшествующими им словами делают такие же расстояния, как и между смежными буквами. Слово, следующее за знаком препинания, отодвигают от знака на расстояние, равное расстоянию между словами.

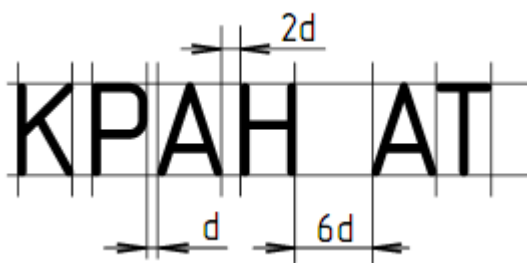


Рис.1.11

Десятичные знаки чисел надо отделять четко выполненной запятой (в виде черты), оставляя для нее достаточный промежуток между смежными цифрами (рис. 1.12).

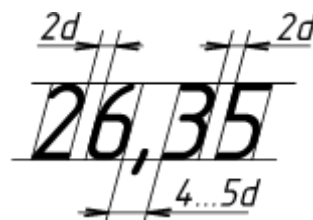


Рис. 1.12

Дроби, показатели степени, индексы (подстрочные и надстрочные) и предельные отклонения выполняют шрифтом на один размер меньшим, чем размер шрифта основной величины, или одинакового размера с ним (рис. 1.21) .

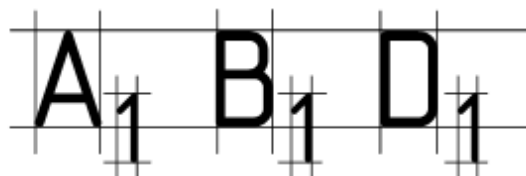


Рис.1.13

В учебных работах для написания шрифта следует проводить параллельные прямые, устанавливающие высоту прописных и строчных букв (рис. 1.14 а). Часто на этих линиях строят вспомогательную упрощенную сетку, когда каждая буква или цифра вписывается в габаритный четырехугольник (рис. 1.14 б, в), или для задания направления проводят с произвольным интервалом штрихи под углом 90° или 75° (рис. 1.14 б, в).

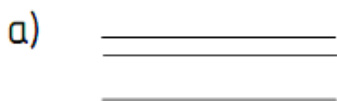


Рис. 1.14.

На рис. 1.15 даны начертания и названия нескольких заглавных букв греческого алфавита, используемых в курсе начертательной геометрии для обозначения поверхностей. Буквы гамма (Г), пи (П) и фи (Ф) имеют начертания соответствующих букв русского алфавита.

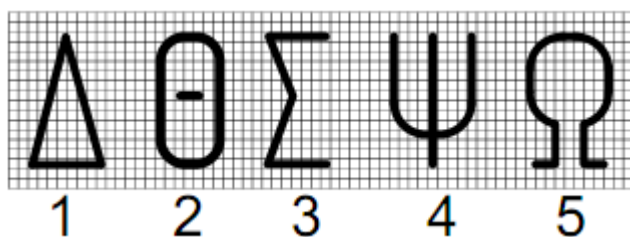


Рис. 1.15

- 1 - дельта;
- 2 - тэта;
- 3 - сигма;
- 4 - пси;
- 5 - омега.

Начертания и параметры знаков, применяемых в курсе начертательной геометрии и инженерной графики, приведены на рис. 1.16.

Знаки квадрата, перпендикулярности и проецирования всегда нужно изображать без наклона. Условный знак состоит из окружности, которую пересекает прямая, проходящая через ее центр и составляющая с горизонталью угол 60° . Высота знака равна высоте цифр, перед которыми его наносят, диаметр окружности знака равен $8/14 h$. Толщина обводки всех знаков такая же, как и толщина обводки цифр и букв.

Кроме стандартных шрифтов на архитектурно-строительных чертежах применяют узкий прямой архитектурный шрифт (рис. 1.17). Он характеризуется простотой, четкостью очертаний и легкостью чтения. Ширину букв шрифта берут в пределах от $1/4$ до $1/8$ его высоты. Деления на прописные и строчные буквы шрифт не имеет.

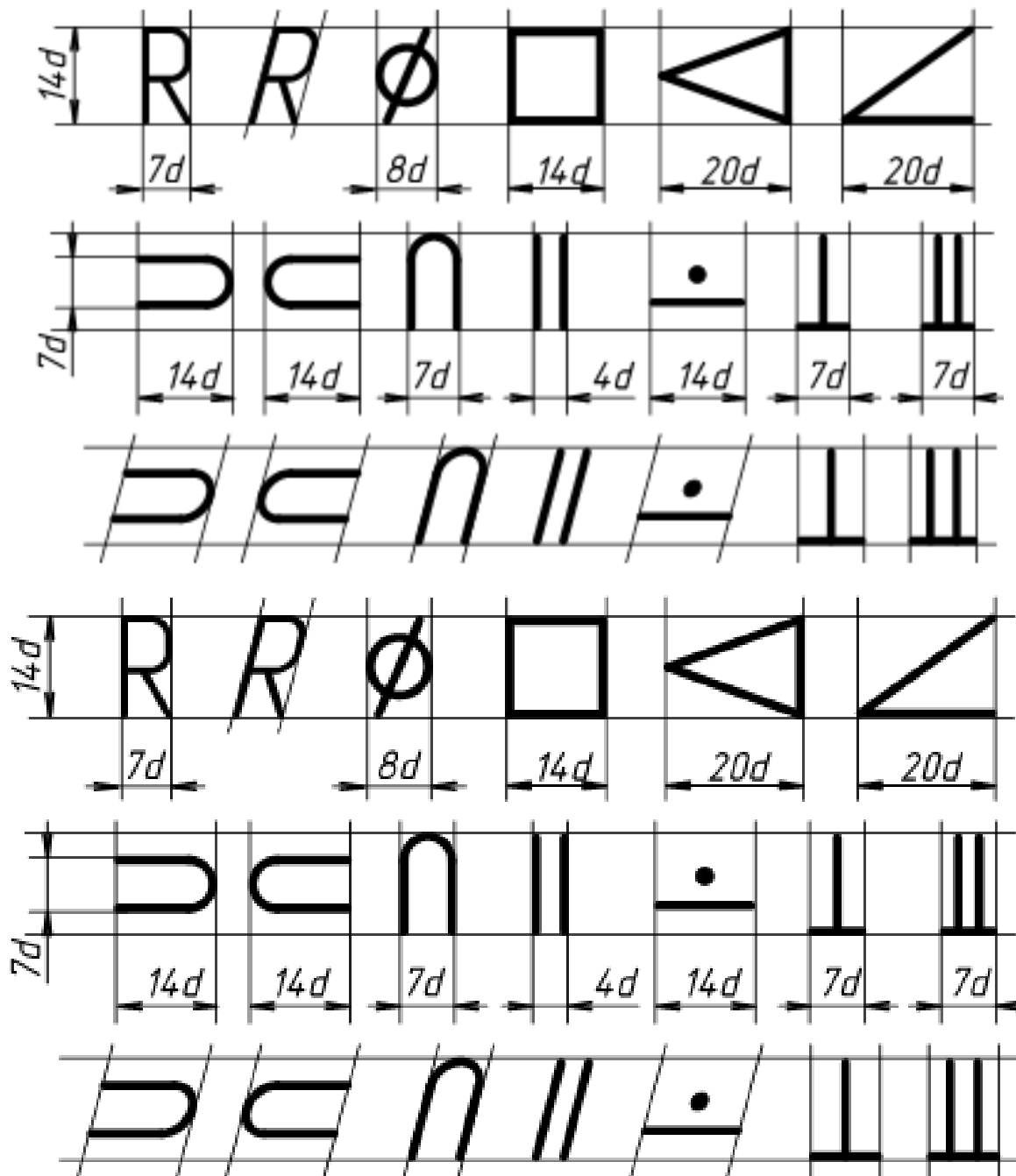


Рис.1.16

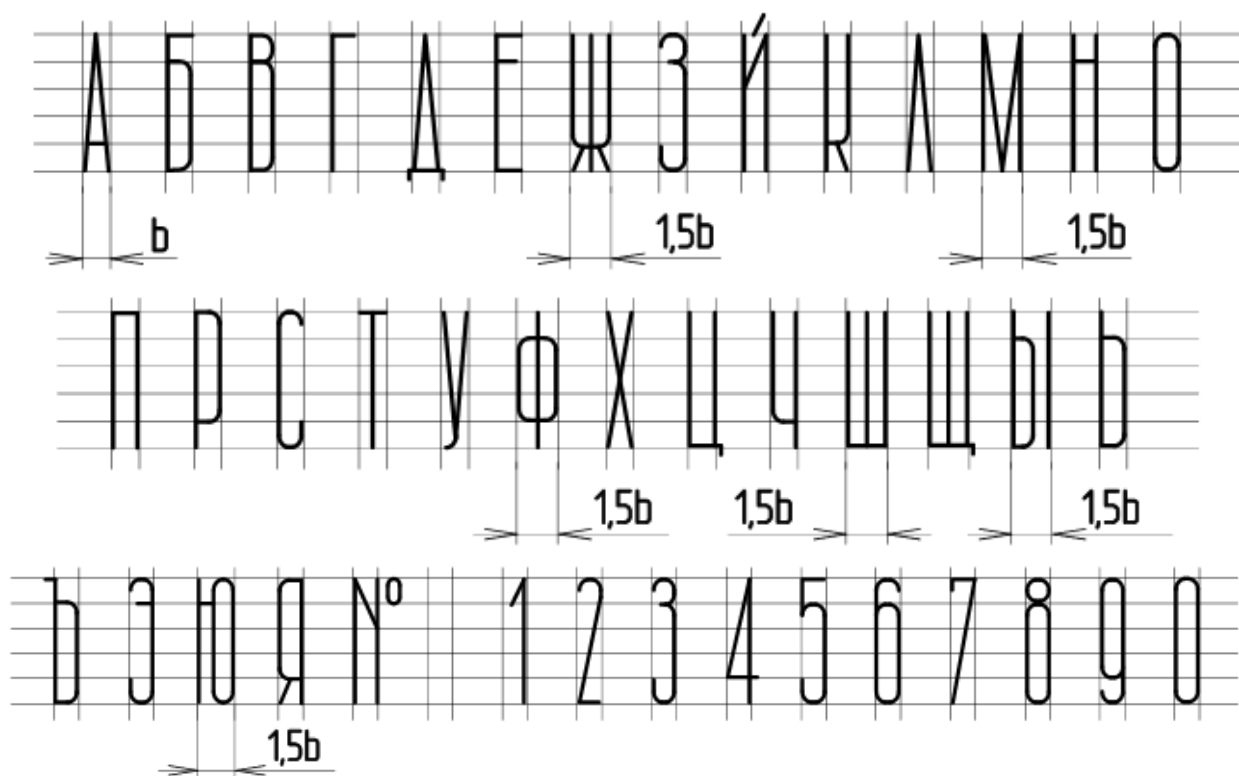


Рис.1.17 - Узкий прямой архитектурный шрифт

Расстояние между буквами в словах принимается не меньше, чем половина их ширины. В заголовках расстояние между буквами в словах увеличивают до $4/5$ высоты буквы. Толщина обводки букв составляет $1/15 - 1/20$ их высоты.

1.3.5. Штриховка

На чертеже сечения выделяют штриховкой. Вид ее зависит от графического обозначения материала детали и должен соответствовать ГОСТ 2.306 – 68* (рис. 1.18).

Металлы и твердые сплавы в сечениях обозначают наклонными параллельными линиями штриховки, проведенными под углом 45° к линии контура изображения или к его оси, или к линиям рамки чертежа (рис.1.18).

Если линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом 45° , совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла 45° следует брать угол 30° или 60° (рис. 1.18).

Линии штриховки должны наноситься с наклоном влево или вправо, но как правило, в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали, независимо от количества листов, на которых эти сечения расположены.

Расстояние между параллельными прямыми линиями штриховки (частота) должно быть, как правило, одинаковым для всех выполняемых в одном и том же масштабе сечений данной детали. Указанное расстояние должно быть от 1 до 10 мм в зависимости от площади штриховки и необходимости разнообразить штриховку смежных сечений.

Узкие и длинные площади сечений (например, штампованных деталей), ширина которых на чертеже от 2 до 4 мм, рекомендуется штриховать полностью только на концах и у контуров отверстий, а остальную площадь сечения – небольшими участками в нескольких местах (рис. 1.18).

Узкие площади сечений, ширина которых на чертеже менее 2 мм, допускается показывать зачерненными с оставлением просветов между смежными сечениями не менее 0,8 мм (рис. 1.18).

Материал	Обозначение
Металлы и твердые сплавы	
Неметаллические материалы, в том числе волокнистые, монолитные и плитные (прессованные), за исключением указанных ниже	
Дерево (обозначение следует применять, когда нет необходимости указывать направление волокон)	
Керамика и силикатные материалы для кладки, а также электротехнический фарфор	
Стекло и другие светопрозрачные материалы	
Жидкости	

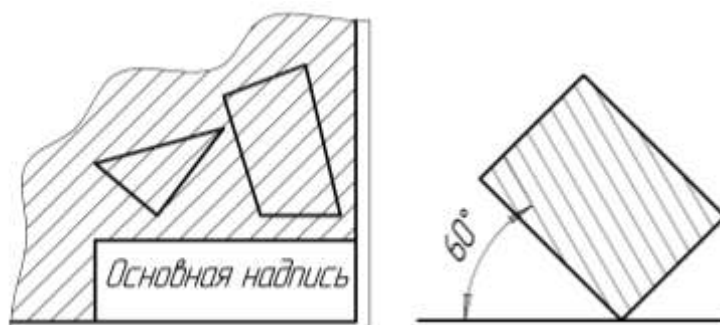


Рис.1.18 – Обозначение материалов и правила выполнения штриховки

Для смежных сечений двух деталей следует брать наклон линий штриховки для одного сечения вправо, для другого – влево (встречная штриховка).

При штриховке "в клетку" для смежных сечений двух деталей расстояние между линиями штриховки в каждом сечении должно быть разным.

В смежных сечениях со штриховкой одинакового наклона и направления следует изменять расстояние между линиями штриховки (рис. 1.18) или сдвигать эти линии в одном сечении по отношению к другому, не изменяя угла их наклона.

ЛЕКЦИЯ 2. ИЗОБРАЖЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ НА ЧЕРТЕЖЕ

- 2.1. Виды изображений изделий на чертеже
- 2.2. Разрезы
- 2.3. Условности и упрощения при выполнении разрезов
- 2.4. Сечения
- 2.5. Геометрические построения на чертеже
 - 2.5.1. Построение наклонного сечения
 - 2.5.2. Построение изображений вырезов в деталях
 - 2.5.3. Построение линий среза

2.1. Виды изображений изделий на чертеже

Представление об изделии связано с изучением его формы. Форма определяется поверхностями, ограничивающими изделие. Задать на чертеже форму изделия – это значит построить проекционные изображения совокупности точек и линий, определяющих форму изделия и проекции ее контурных линий. Изображение изделия на чертеже осуществляется по методу параллельного прямоугольного проецирования. Для аксонометрических проекций, кроме прямоугольного, применяют и косоугольное проецирование.

Вид – изображение видимой, обращенной к наблюдателю поверхности предмета (ГОСТ 2.305-68). Если необходимо пояснить чертеж, то на виде штриховыми линиями допускается указывать невидимый контур предмета, что позволяет уменьшить число видов.

Виды подразделяются на *основные*, *дополнительные* и *местные*.

Основной вид – это вид, полученный проецированием предмета на шесть основных плоскостей проекций. В качестве основных плоскостей проекций принимаются шесть граней пустотелого куба, внутри которого размещается предмет, и его проецируют на внутренние поверхности куба (рис. 2.1).

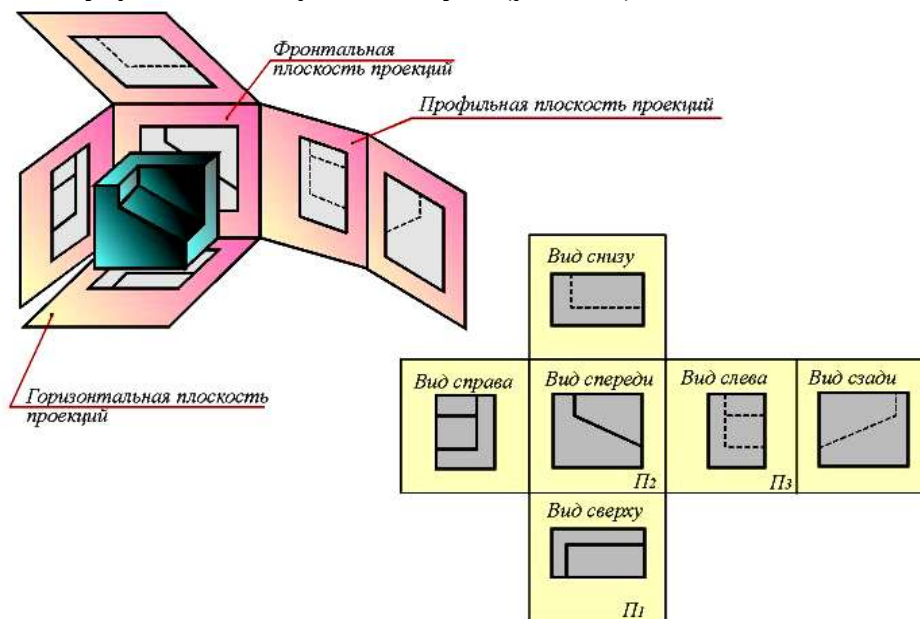


Рис. 2.1 – Образование основных видов и проекций

Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве главного. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так,

чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

Устанавливаются следующие названия видов, получаемых на основных плоскостях проекций (рис. 2.1): 1 – вид спереди (главный вид); 2 – вид сверху; 3 – вид слева; 4 – вид справа; 5 – вид снизу; 6 – вид сзади.

При выполнении чертежа изделия число видов необходимо брать наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете. Виды должны располагаться в проекционной связи.

Дополнительный вид – это вид, получаемый проецированием предмета на дополнительную плоскость проекций, не параллельную ни одной из основных плоскостей проекций.

Если виды сверху, слева, справа, снизу, сзади не находятся в непосредственной (прямой) проекционной связи с главным видом, то направление взгляда указывается стрелкой, обозначаемой прописной буквой, а над видом делается надпись по типу А (рис. 2.2).

В отличие от дополнительного вида для изображения на чертеже отдельного, ограниченного места поверхности предмета применяется местный вид, позволяющий выявить форму и размеры определенного элемента предмета, например форму ребра, отверстия, паза и т. п. Располагают местные виды без сохранения проекционной связи с основным изображением на свободном поле чертежа с надписью типа Д (см. рис. 2.2).

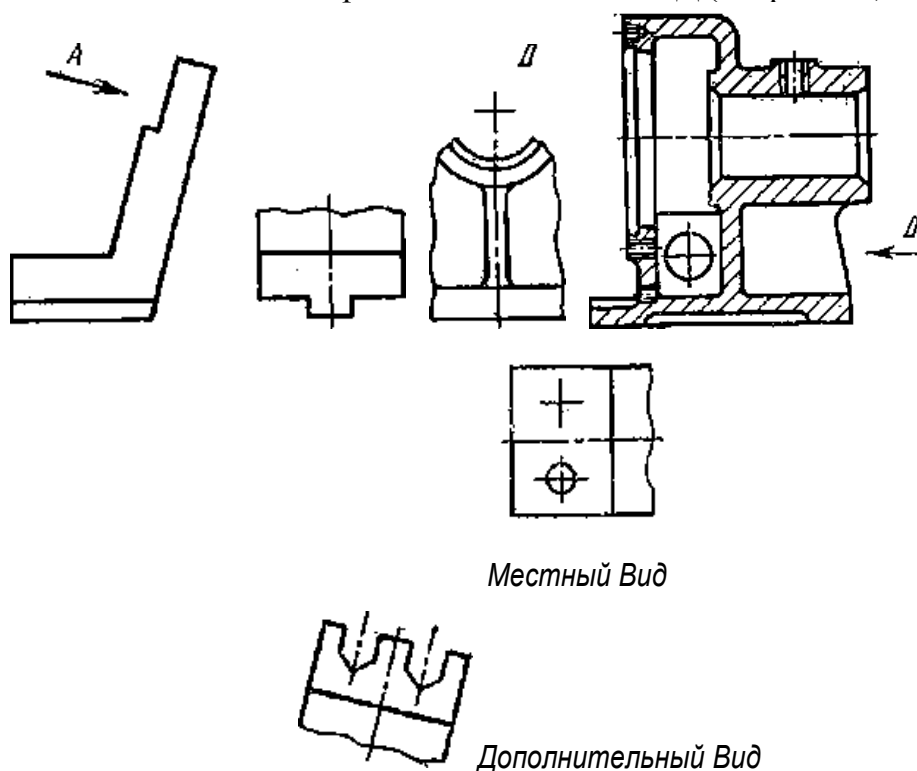


Рис. 2.2 – Местные и дополнительные виды

В тех случаях, когда невозможно на основном изображении показать мелкие элементы предмета со всеми подробностями, применяют выносные элементы.

Выносным элементом называется дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой-либо части предмета, требующей графического и других пояснений в отношении формы, размеров и других данных. Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении, и может отличаться от него по содержанию (например, изображение может быть видом, а выносной элемент – разрезом).

При применении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой сплошной тонкой линией – окружностью, прямоугольником и т.п. с обозначением выносного элемента на полке линии-выноски буквой русского алфавита. У выносного элемента следует указывать букву и масштаб по типу, как показано на рис. 2.3. Выносной элемент располагают возможно ближе к соответствующему месту на изображении предмета.

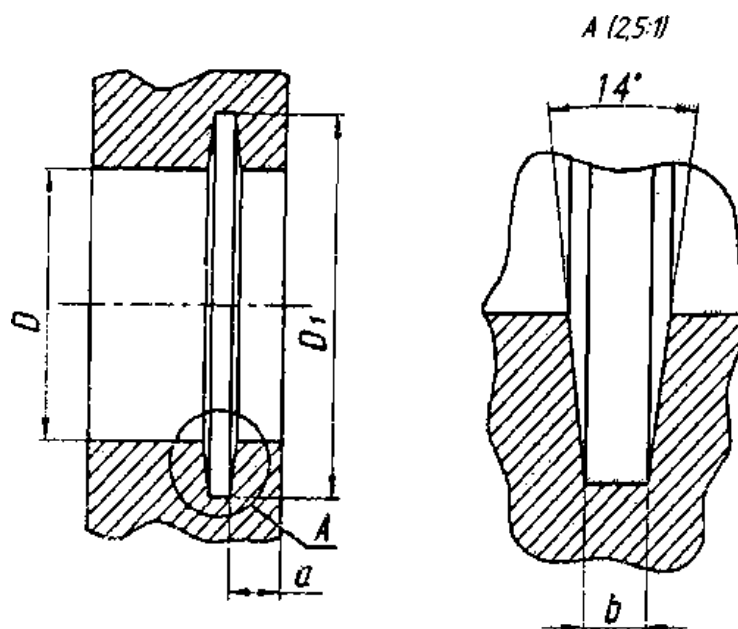


Рис. 2.3 – Изображение выносного элемента

2.2. Разрезы

При сложном внутреннем строении изделия на чертежах применяют разрезы.

Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями (рис. 2.4).

На разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости и что расположено за ней (видимую часть).

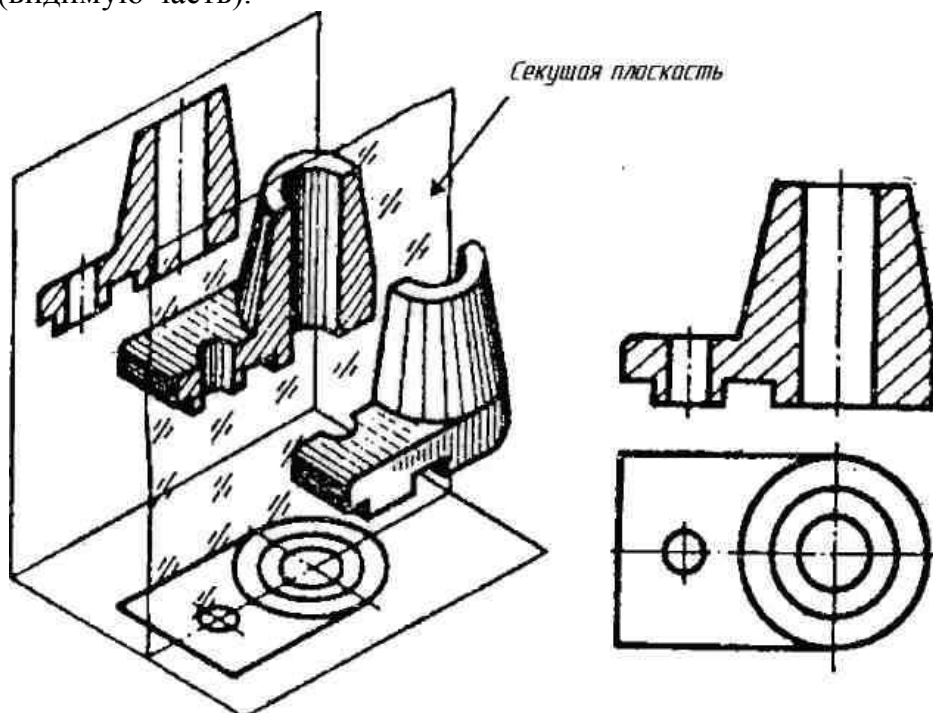


Рис. 2.4 – Образование и изображение разреза детали

Внутренние очертания предмета на разрезе изображают сплошными основными линиями. То, что попадает непосредственно в секущую плоскость, называется сечением и выделяется на чертеже штриховкой, зависящей от материала, из которого изготовлен предмет.

Чтобы выполнить разрез предмета, необходимо:

- в определенном месте мысленно провести секущую плоскость;
- часть предмета, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно удалить;
- оставшуюся часть спроецировать на соответствующую плоскость проекций и изобразить либо на месте одного из основных видов, либо на свободном месте поля чертежа;
- в случае необходимости обозначить разрез соответствующей надписью.

Согласно ГОСТ 2.305 -68 положение секущих плоскостей указывают на чертеже линией сечения. Для обозначения линии сечения применяют разомкнутую линию с длиной штриха 8...20 мм и толщиной от 1,0 S до 1,5 S со стрелками, представленными на рис. 2.5.

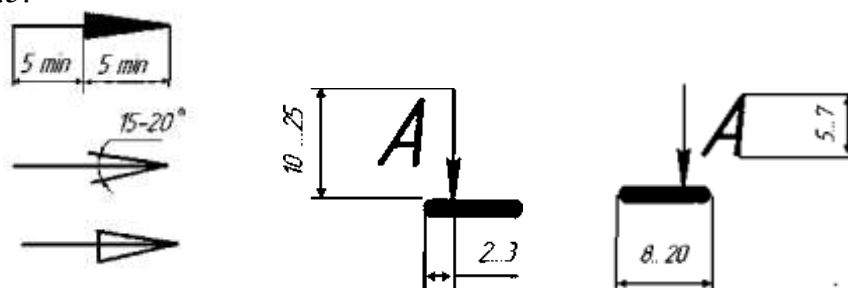


Рис. 2.5 – Обозначение положения секущей плоскости

Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контура изображения или каких-либо других линий чертежа.

На начальном и конечном штрихах ставят стрелки, указывающие направление взгляда. Стрелки наносят на расстоянии 2...3 мм от конца штриха, перпендикулярно к нему с внешней стороны. У начала и конца линии ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита. Буква наносится около стрелок, указывающих направление взгляда, с внешней стороны.

Разрез должен быть отмечен надписью типа А-А (рис. 2.6).

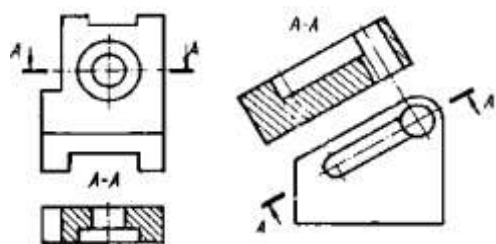


Рис. 2.6 – Обозначение разреза А-А

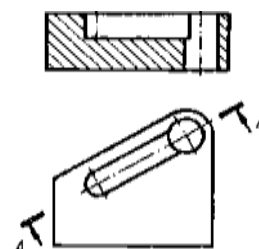


Рис. 2.7 – Разрез А-А "повернуто"

Для обозначения на чертежах разрезов применяют прописные буквы русского алфавита, за исключением Й, О, Х, Ъ, Ы, Ь. Буквенные обозначения выбирают в алфавитном порядке. Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел, применяемых на том же чертеже, приблизительно в два раза.

Разрезы, как правило, выполняют на месте соответствующих основных видов. Если необходимо на основной плоскости проекций показать наружное устройство предмета, разрез допускается располагать в любом месте поля чертежа.

В зависимости от расположения секущей плоскости относительно плоскостей проекций разрезы разделяются на следующие:

- *горизонтальные* – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;

- *вертикальные* – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций. Вертикальный разрез называется фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций. Разрез называется продольным, если секущая плоскость направлена вдоль длины или высоты предмета, и поперечным, если секущая плоскость направлена перпендикулярно к длине или высоте предмета.
- *наклонные* – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого. Такой вид разреза применяют для выявления внутреннего устройства предметов, имеющих наклонные поверхности.

Наклонный разрез, как правило, строят в соответствии с направлением взгляда, указанного стрелками на линии сечения (рис.2.7). В случае необходимости наклонный разрез допускается располагать в любом месте поля чертежа и поворачивать до положения, принятого для главного вида, добавляя знак «повернуто».

В зависимости от числа секущих плоскостей, с помощью которых получается данный разрез, разрезы разделяют на простые и сложные.

Простым называется разрез, выполненный одной секущей плоскостью (см. рис. 2.5). К простым также относятся разрезы, совмещенные с видом, например, соединение части вида и части соответствующего разреза, соединение половины вида и половины разреза. Такая условность выполнения машиностроительных чертежей сокращает количество изображений, объем чертежной работы и обеспечивает полную ясность внешней и внутренней форм предмета. При соединении на одном изображении части вида и части соответствующего разреза их разделяют сплошной волнистой линией.

Если деталь имеет симметричную форму, можно не показывать всю деталь в разрезе полностью, а изображать разрез только одной половины детали и внешний вид другой половины (рис. 2.8). В указанном случае разделом служит осевая линия, причем половину разреза следует выполнять справа от вертикальной оси симметрии или ниже горизонтальной оси симметрии.

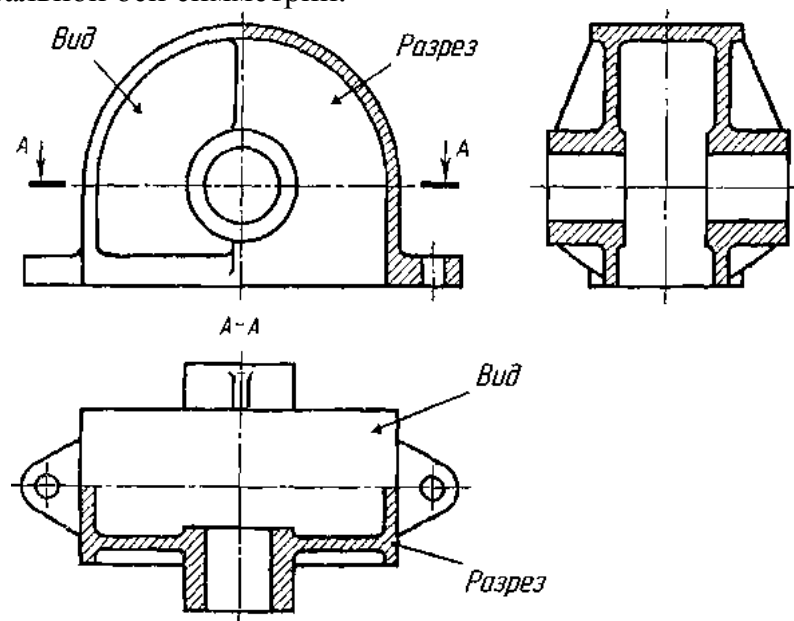


Рис. 2.8 – Разрез симметричной детали

В целях упрощения чертежа не следует в этих случаях показывать штриховыми линиями невидимые части.

При изображении деталей симметричной формы, у которых какие-либо линии контура, например проекции ребер, совпадают с осью симметрии, допускается соединять часть вида и часть разреза, разделяя их сплошной волнистой линией (рис. 2.9). Волнистая линия не должна совпадать с какой-либо другой линией изображения или быть её продолжением.

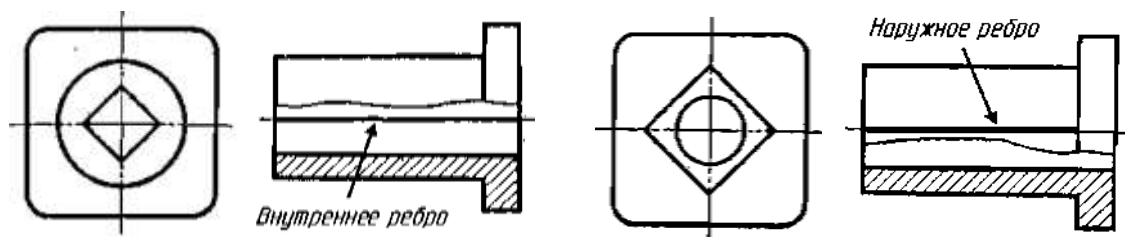


Рис. 2.9 – Разрез симметричных деталей, содержащих ребра

Для выявления конструктивных особенностей детали в отдельном ограниченном месте применяют местные разрезы, как показано на рис.2.10. Местный разрез, выполненный на виде, ограничивается тонкой волнистой линией и на чертеже не обозначается.

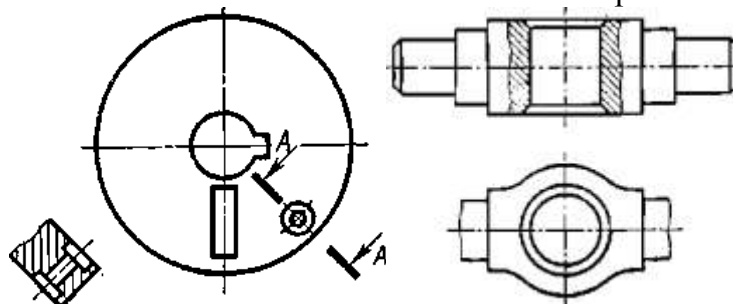


Рис. 2.10 – Изображение местного разреза

Сложным называется разрез, выполненный несколькими секущими плоскостями, совмещенными с плоскостью чертежа.

Сложные разрезы бывают ступенчатыми (рис. 2.11), если секущие плоскости параллельны между собой, и ломаными, если секущие плоскости взаимно пересекаются (рис. 2.12).

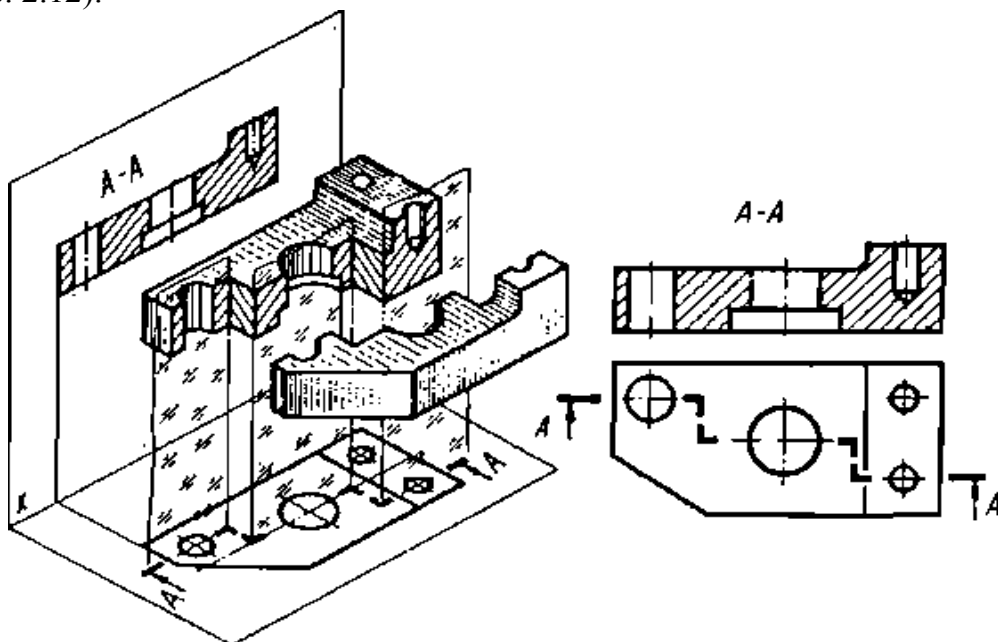


Рис. 2.11 – Образование и изображение сложного разреза

При выполнении сложных разрезов секущие плоскости условно совмещаются в одну плоскость без указания границ совмещённых плоскостей.

При сложном разрезе секущие плоскости обязательно указывают линией сечения, которую отмечают штрихами разомкнутой линии. Штрихи этой линии в ступенчатых разрезах указывают на перегибах под прямым углом. На начальном и конечном штрихах ставят стрелки, указывающие направление взгляда.

У начала и конца линии сечения, а при необходимости у мест перехода плоскостей ставят одну и ту же букву русского алфавита. Сводная таблица обозначения разрезов и сечений показана на рис.2.13.

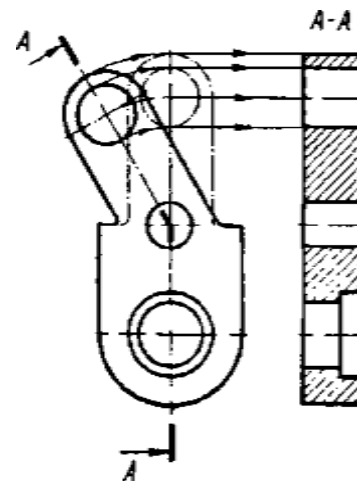
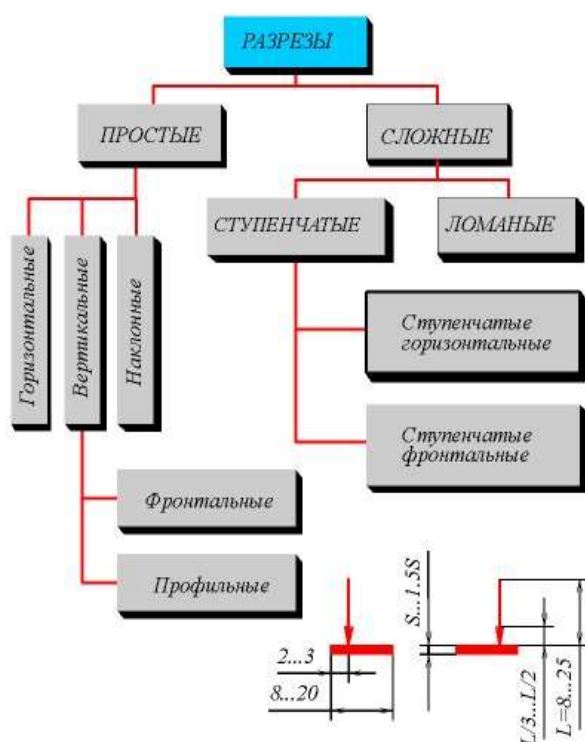


Рис. 2.12 – Образование и обозначение ломаного разреза



ОБОЗНАЧЕНИЕ СЕЧЕНИЙ (РАЗРЕЗОВ)

ОБЪЕКТ ОБОЗНАЧЕНИЯ	СПОСОБ ОБОЗНАЧЕНИЯ	
Положение секущей плоскости и направление взгляда		
Сечение (разрез)	A-A	A-A (2:1)
Сечение (разрез) с поворотом	A-A	A-A (5:1)

ОБОЗНАЧЕНИЕ СЛОЖНЫХ РАЗРЕЗОВ

Тип разреза	Указание положения секущих плоскостей и направление взгляда	Обозначение разреза
Ступенчатый		A - A
Ломаный		Б - Б

Рис. 2.13 – Обозначение разрезов и сечений

2.3. Условности и упрощения при выполнении разрезов

Спицы маховичков, шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки и выступы, ребра жесткости и т. п. изображаются разрезанными, но не-заштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси и длинной стороны такой части детали. Незаштрихованные части деталей отделяются от частей, сопрягающихся с ними, линиями контура (сплошными основными), как показано на рис. 2.14 и 2.15.

Если в указанных частях деталей имеются углубления, отверстия и т. п., то для их изображения применяются местные разрезы (рис.2.16) или эти места оформляются в виде выносных элементов.

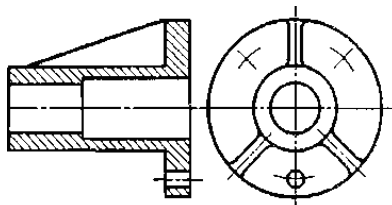


Рис. 2.14 – Разрез детали с тонкими ребрами

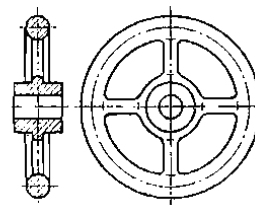


Рис. 2.15 – Разрез детали со спицами

Части и элементы детали, расположенные за секущей плоскостью и проецирующиеся с искажением формы, на разрезе не изображаются. На рисунке 2.14 ниже горизонтальной оси ребро жесткости не изображено.

Если на круглой части детали (фланце, приливе), на торцах цилиндрических и конических частей деталей имеются отверстия и секущая плоскость не проходит через ось ни одного отверстия, то одно отверстие, если оно не сквозное и нецилиндрическое по всей длине, вводится в плоскость разреза (рис.2.16).

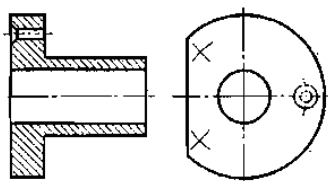


Рис. 2.16 – Применение местного разреза

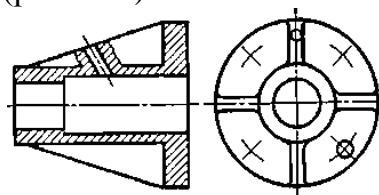


Рис. 2.17 – Особенности разрезв, не проходящих через ось отверстия

Сквозные, цилиндрические по всей длине отверстия в разрез не вводятся (см. рис. 2.17).

2.4. Сечения

Сечением называют изображение, полученное при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями.

Сечение входит как составная часть в каждый разрез, но может существовать и как самостоятельное изображение.

На сечении указывают лишь то, что находится непосредственно в самой секущей плоскости, и не изображают то, что расположено за ней.

Таким образом, для получения сечения необходимо:

- в определенном месте предмета провести секущую плоскость;
- фигуру, полученную в плоскости, повернуть в положение, параллельное плоскости проекций;
- на свободном месте поля чертежа изобразить полученное сечение и, в случае необходимости, оформить сечение соответствующей надписью.

Правила выполнения и обозначения линии сечения, т. е. следа секущей плоскости, те же, что и для разрезов.

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяются на *вынесенные* и *наложенные* (рис. 2.18).

Вынесенным называется сечение, если оно выполнено отдельно от основного изображения. Контур вынесенного сечения изображают сплошной основной линией.

Наложенным называется сечение, если фигура сечения наложена на изображение предмета в месте сечения, т. е. фигура сечения совмещена с соответствующим видом. Контур наложенного сечения изображают сплошной тонкой линией.

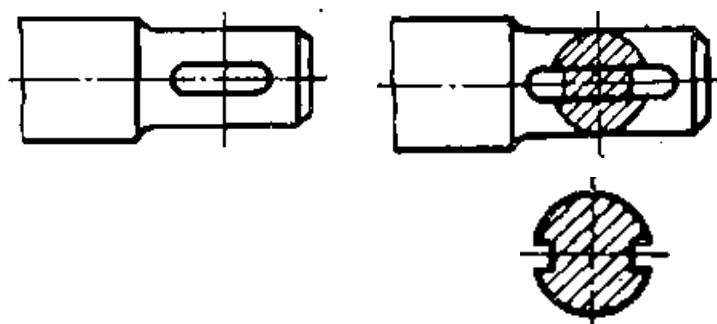


Рис. 2.18. - Изображения вынесенного и наложенного сечений

При выполнении чертежей вынесенные сечения являются предпочтительными.

2.5. Геометрические построения на чертеже

Построением называется графический способ решения геометрических задач при выполнении чертежей, например, построение линии пересечения поверхности тела плоскостью.

2.5.1. Построение наклонного сечения

Наклонное сечение – это изображение фигуры, полученной при мысленном рассечении предмета плоскостью, не параллельной ни одной плоскости проекций.

При построении наклонного сечения на основных проекционных видах оно изображается в искажённом виде. Поэтому задача на построение наклонного сечения сводится к изображению его натуральной величины.

Величину его определяют одним из способов: вращением или перемены плоскостей проекций. Наиболее удобным является способ перемены плоскостей проекций, так как позволяет построить вынесенное сечение на свободном поле чертежа. Суть способа заключается в том, что при неизменном положении предмета одна из плоскостей проекций заменяется новой, перпендикулярной к заменяемой и параллельной секущей плоскости.

Для построения натуральной величины наклонного сечения необходимо использовать два проекционных вида. Целесообразно предварительно оценить сечения геометрических элементов, составляющих предмет и попадающих в секущую плоскость.

Порядок построения наклонного сечения представленного на рис. 2.19 следующий:

1. На главном виде отмечают характерные точки пересечения секущей плоскости А-А с поверхностью детали ($1_2, 2_2, 3_2, 4_2, 5_2, 6_2$).
2. По линиям связи на виде сверху находят проекции этих характерных точек ($1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 5_1, 6_1$).
3. Из характерных точек на главном виде перпендикулярно секущей плоскости проводят линии связи.
4. На свободном поле чертежа параллельно секущей плоскости проводят ось симметрии сечения так, чтобы она пересекала линии связи.
5. На линиях связи наклонного сечения симметрично оси откладывают отрезки, величина которых определяется на виде сверху. Так отрезок $6_4-6'_4$ сечения равен отрезку $6_1-6'_1$ на виде сверху.
6. Найденные точки соединяют и получают натуральную величину наклонного сечения. Полученное сечение штрихуется.

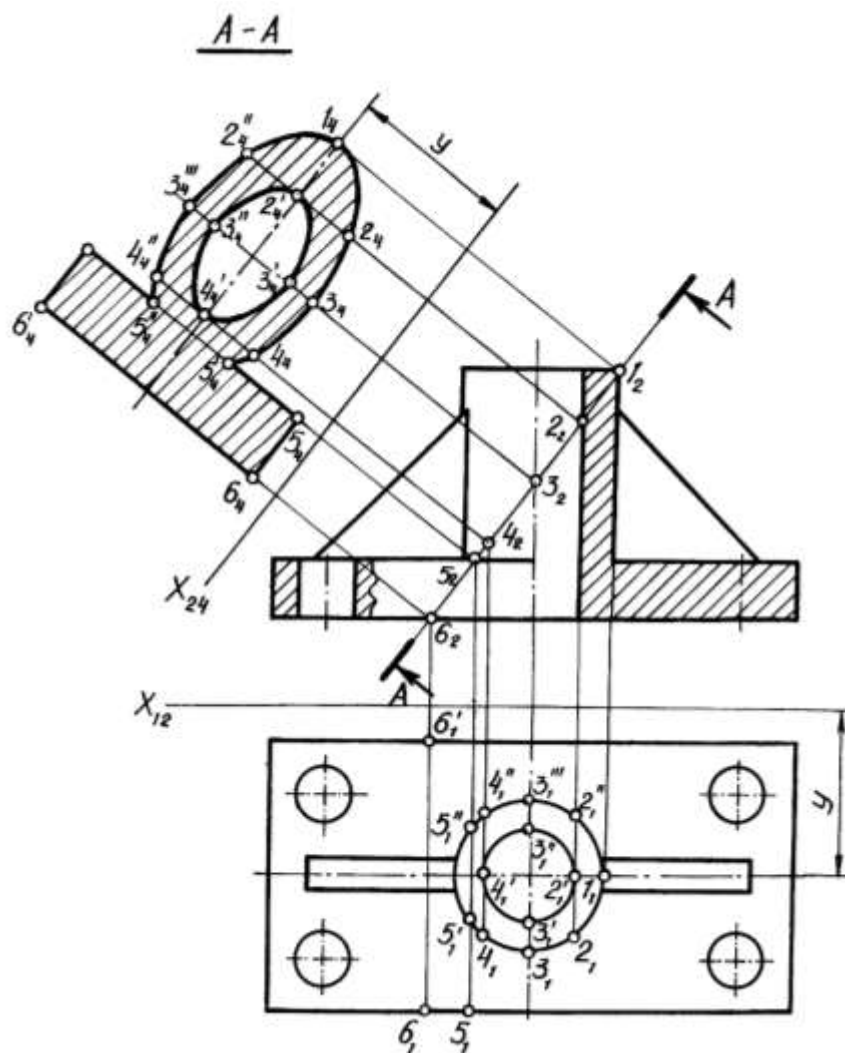


Рис. 2.19 – Порядок построения наклонного сечения

2.5.2. Построение изображений вырезов в деталях

При выполнении чертежей деталей часто приходится встречаться с изображениями различных вырезов и отверстий, как например, на рис. 2.20, выполнение которых невозможно без геометрических построений. На представленном примере конус имеет отверстие треугольной формы, поверхностями которого являются плоскости.

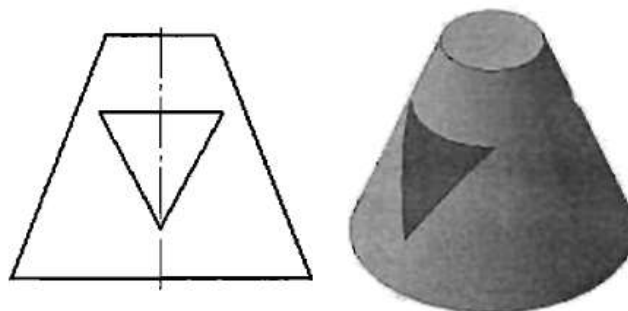


Рис. 2.20 – Изображение вырезов и отверстий

Линия пересечения каждой плоскости с поверхностью конуса определяется точками, принадлежащими одновременно каждой из них.

Точки, определяющие линию пересечения, находят способом вспомогательных секущих плоскостей, называемых посредниками. В каждом случае выбирают такие

плоскости-посредники, которые пересекают заданные поверхности по простым линиям – прямым или окружностям.

Иногда одна и та же задача может быть решена с помощью различных плоскостей-посредников. Поэтому перед ее решением необходимо проанализировать форму сечения и выбрать такие плоскости-посредники, которые позволят выполнить построение с меньшим количеством плоскостей.

При построении ортогонального чертежа следует учитывать, что проекции линий пересечения всегда располагаются в пределах площади наложения одноименных проекций пересекающихся поверхностей и не могут выходить за ее пределы.

Порядок построения линий пересечения продемонстрирован на рис. 2.21 и заключается в следующем:

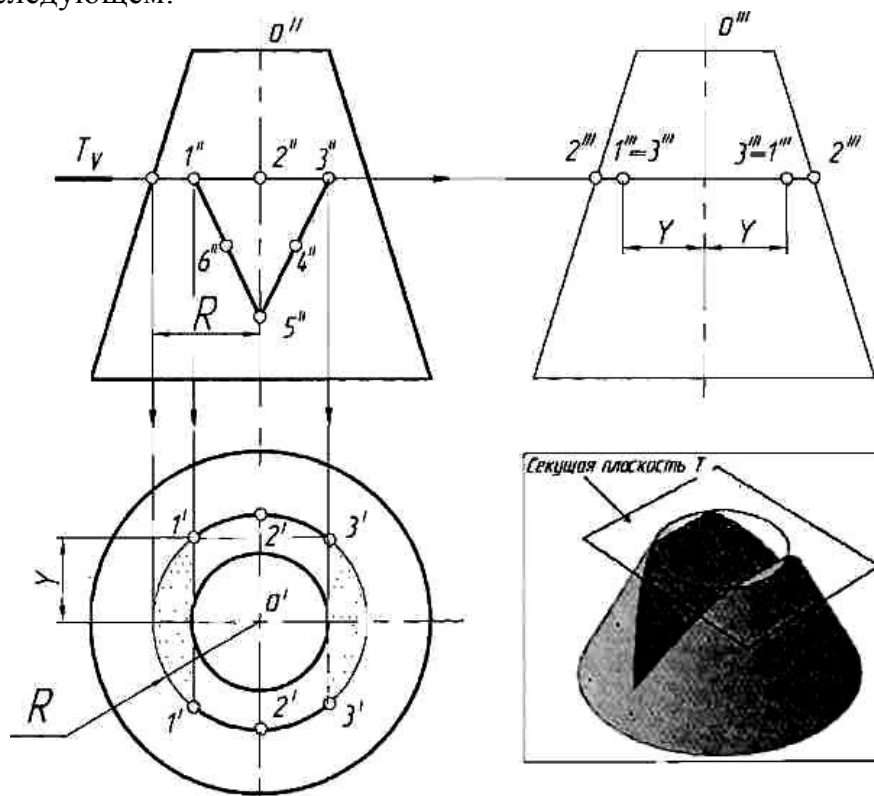


Рис. 2.21 – Порядок построения линий пересечения

1. На главном виде отмечают опорные точки 1'', 2'', 3'', 5'' и промежуточные 4'', 6''. Чем больше будет назначено промежуточных точек, тем точнее будет построение.
2. Через опорные точки 1'', 2'', 3'' проводят секущую плоскость, так чтобы в сечении получилась простая линия. В данном случае горизонтальная плоскость Т в сечении даёт окружность радиуса R.
3. На виде сверху строят сечение заданного радиуса и по линиям связи в построенном сечении определяют положение опорных точек 1, 2, 3 с учётом их симметричного расположения на поверхности конуса.
4. По линии связи, используя координату Y, находят положение опорных точек 1''', 2''', 3''' на виде слева.
5. Проводят следующую вспомогательную плоскость Р через промежуточные точки 4'', 6'' и повторяют построение точек на видах сверху и слева, затем следующую секущую плоскость S через опорную точку 5'' и вновь повторяют построение,
6. Найденные опорные точки последовательно соединяют 1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6 → 1 с учётом формы линии пересечения и её видимости. При необходимости выполняют требуемые разрезы (рис. 2.22).

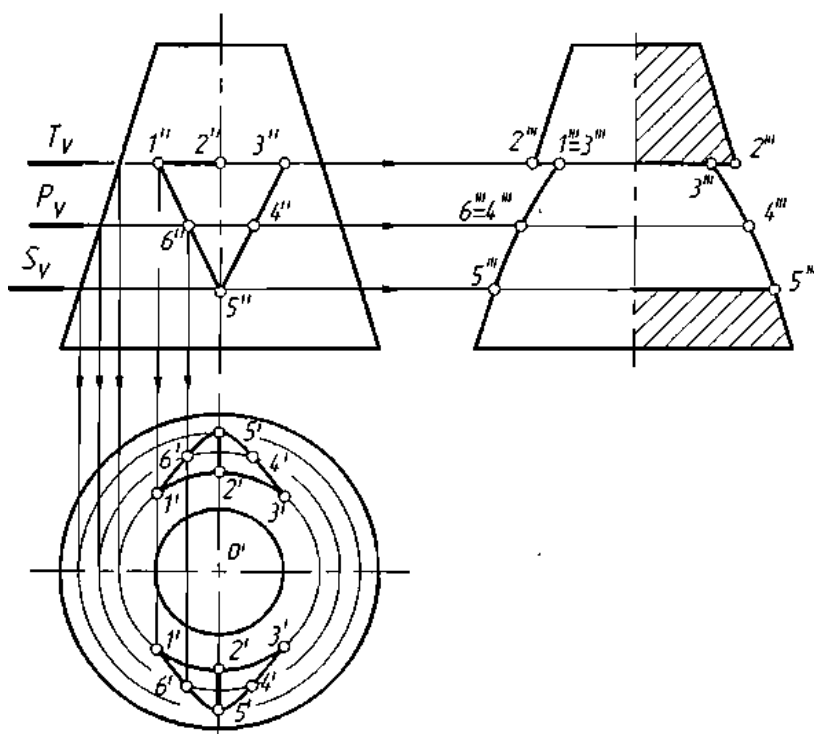


Рис. 2.22 – Построение опорных точек и выполнение разрезов

2.5.3. Построение линий среза

Линиями среза называют линии пересечения поверхностей вращения плоскостями, параллельными их оси (рис. 2.23).

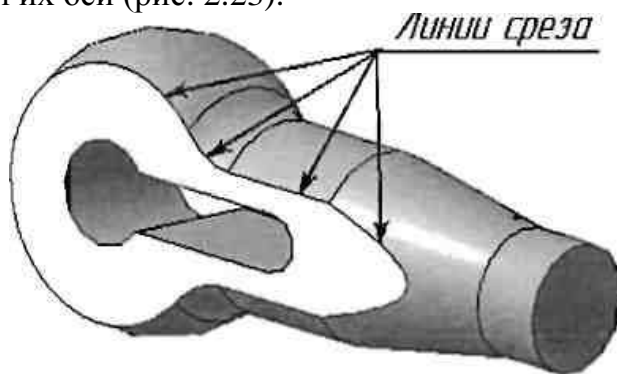


Рис. 2.23 - Образование линий среза

Эти линии на чертежах строят по точкам, как и все другие линии плоских сечений.

На рис. 2.24 показано построение проекций линий среза на примере головки тяги. Ее поверхность сочетает сферу, тор, цилиндр и конус, попарно касающиеся по окружностям. Линии среза образованы в результате пересечения головки двумя фронтальными плоскостями $a_{\text{пр}}$, симметрично расположенными относительно оси ее поверхности. Эти плоскости пересекают сферу, тор, цилиндр и частично конус. Горизонтальные и профильные проекции линии среза совпадают со следами-проекциями $(a_{\text{н}})$, $(P_{\text{я}})$ и (a^{\wedge}) , (pV) соответственно.

Сфера пересекается плоскостями по окружности радиуса R , определяемого на горизонтальной (вид сверху) и профильной проекциях (вид слева). В точке $2''$ на фронтальной проекции дуга окружности переходит в линию среза тора, в точке $4''$ в линию среза цилиндра, в точке $5''$ в линию среза конуса. Фронтальную проекцию крайней правой точки линии среза конуса находят по горизонтальной проекции 7^I ,

Technical drawing illustrating the construction of the projections of a mechanical part, showing the front view, top view, and side view. The drawing includes construction lines and labels for various points and dimensions.

Top View (Top): Shows the plan view of the part. Key features include a central hole, a semi-circular end, and a rectangular section. The drawing is divided into three main sections: *Гор* (Top), *Цилиндр* (Cylinder), and *Конус* (Cone). The dimensions T_V , R_V , S_V , Q_V , and W_V are indicated. The radius R is also shown.

Front View (Bottom): Shows the elevation view of the part. The dimensions β_V and R are indicated. The points $1'$ and $2'$ are marked.

Side View (Right): Shows the profile view of the part. The dimensions α_W and β_W are indicated. The radius R is also shown. The points $2''$, $3''$, $4''$, $5''$, $6''$, and $7''$ are marked.

34

ЛЕКЦИЯ 3. ПРАВИЛА НАНЕСЕНИЯ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ

- 3.1. Нанесение размеров на чертеже
- 3.2. Способы простановки размеров
- 3.3. Понятия о базах при простановке размеров
- 3.4. Аксонометрические проекции:
 - 3.4.1. Виды аксонометрических проекций
 - 3.4.2. Построение аксонометрических проекций плоских фигур
 - 3.4.3. Построение аксонометрических проекций 3-х мерных объектов

3.1 Нанесение размеров на чертеже

Размер – числовое значение линейной или угловой величины в выбранных единицах. Нанесение размеров на чертеже – одна из наиболее важных и ответственных стадий его выполнения. Правильно нанести размеры на чертеже, не имея производственного опыта изготовления детали, очень сложно.

В настоящем разделе рассматриваются только основные правила и требования нанесения размеров, определяемые ГОСТ 2.307-68.

Все размеры изделия, необходимые для его изготовления и контроля, должны быть указаны на чертеже. В общем случае их можно разделить на линейные и угловые (рис. 3.1).

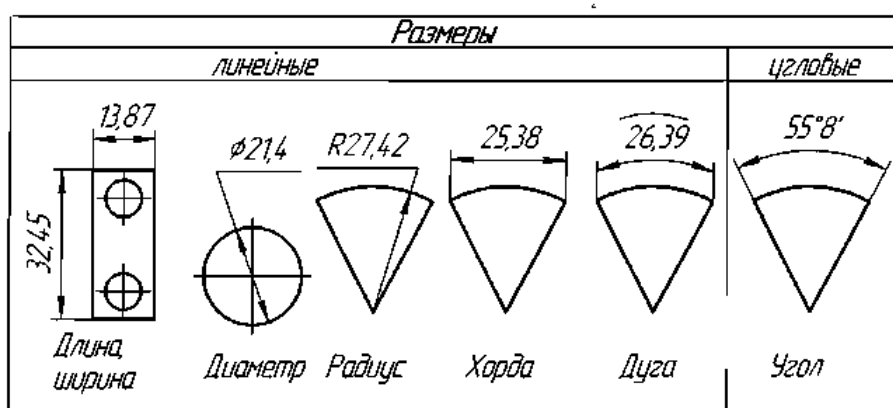


Рис. 3.1. – Примеры обозначения линейных и угловых размеров

Линейные размеры составляют основную долю числовых характеристик в обеспечении взаимозаменяемости. По допустимой точности числового значения размеры могут быть:

- номинальные – основные расчётные размеры;
- предельные – ограничивающие отклонение геометрической формы детали от номинальных размеров (наибольший и наименьший);
- действительные – размеры, получаемые после окончательной обработки детали. Действительные размеры детали отличаются от номинальных, но должны находиться в пределах, определённых наибольшим и наименьшим предельными размерами.

Наносить размеры следует только после построения всех видов, разрезов и сечений. Нанесение размеров на чертежах следует выполнять в два этапа:

- выбор размеров, которые следует нанести на чертеже;
- нанесение размеров согласно требованиям ГОСТ 2.307-68.

Выбор размеров основывается на анализе геометрии форм, составляющих деталь. Анализ геометрической формы детали, т. е. мысленное расчленение её на простые геометрические элементы, определяет порядок построения проекций и простановку размеров формы этих элементов.

Один и тот же размер на разных изображениях чертежа, как правило, не повторяется.

Размеры на чертежах указываются выносными линиями, размерными линиями и размерными числами. Выносные и размерные линии проводят сплошной тонкой линией толщиной $S/3 \dots S/2$, где S – толщина линии видимого контура.

Размерные линии ограничивают стрелками. Величины элементов стрелок выбирают в зависимости от толщины сплошных основных линий видимого контура и вычерчивают одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рис. 3.2.

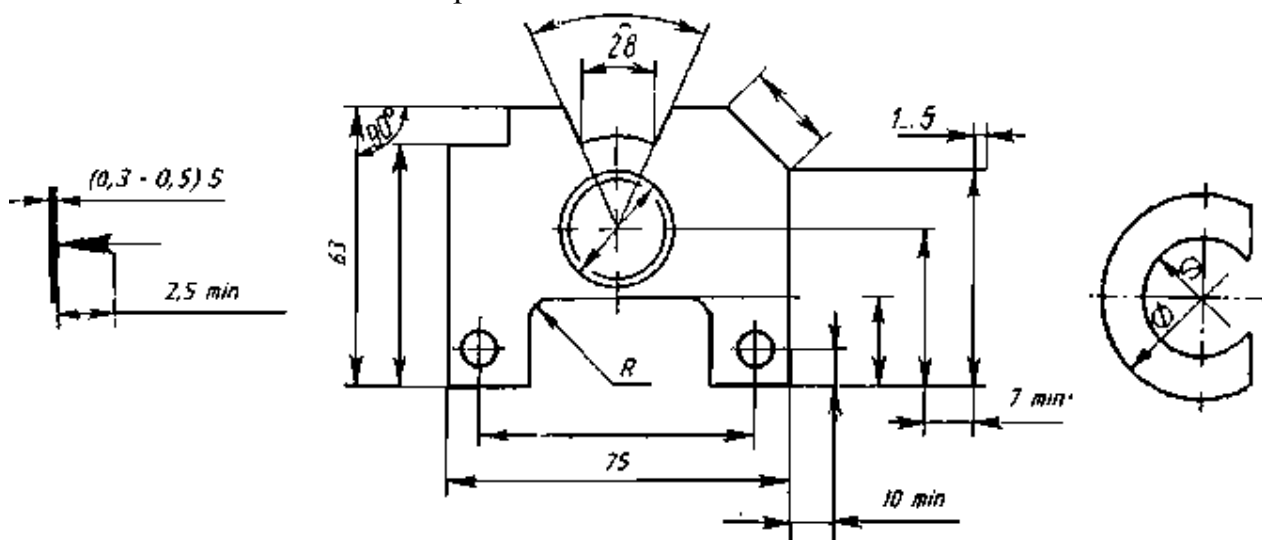


Рис. 3.2. – Форма стрелки и пример простановки размеров

Стрелки должны упираться острием в соответствующие линии. Выход выносной линии за стрелку должен составлять 1... 5 мм.

Размерные линии, числа нужно размещать так, чтобы они не затемняли чертеж; предпочтительнее наносить размеры с внешней стороны контура изображения.

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии – перпендикулярно размерным.

Размерные линии по возможности не должны пересекаться между собой. Выносные линии между собой могут пересекаться.

Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.

Расстояние первой размерной линии от параллельной ей контурной должно быть не меньше 10 мм, а расстояние между параллельными размерными линиями – не менее 7 мм (см. рис. 3.2).

Если изображение симметрично и показано до оси или с обрывом, размерные линии проводят несколько дальше оси или линии обрыва предмета.

Величина изображаемого изделия определяется размерными числами, нанесенными на чертеже, независимо от того, в каком масштабе выполнено изображение.

Размерные числа на горизонтальных размерах наносят над размерной линией параллельно ей и возможно ближе к ее середине; на вертикальных размерах – слева от размерной линии параллельно ей.

При нанесении нескольких параллельных размерных линий размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке.

Линейные размеры на чертежах указываются в миллиметрах, без обозначения единицы измерения. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например: $12^{\circ}45'15''$.

Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа.

Не допускается применять для размерных чисел простые дроби, за исключением размеров в дюймах.

При указании размера диаметра применяют знак \varnothing , который ставится перед размерным числом.

Перед размерным числом радиуса следует размещать прописную латинскую букву *R*.

Перед размерным числом радиуса или диаметра сферы допускается добавлять слово «Сфера» или знак *O*, если на чертеже трудно отличить ее от других поверхностей, например: *Сфера R 8*, *O R10*.

Не рекомендуется наносить размеры там, где элемент показан линиями невидимого контура.

При расположении размеров на чертеже рекомендуется:

- располагать размеры, определяющие величину наружных очертаний или внутренних контуров, на тех видах (разрезах, сечениях), где эти контуры наиболее отчетливо выявлены. При равных возможностях предпочтение отдается главному виду;
- показывать раздельно размеры внешних и внутренних контуров, группируя их на различных местах одного изображения;
- группировать размеры, относящиеся к одному и тому же элементу предмета, в одном месте;
- размеры диаметров, цилиндрических и конических поверхностей указывать на том изображении, где их очерковые образующие показаны прямыми линиями.

Каждый размер указывается на чертеже только один раз и на том изображении, где данный элемент изделия показан наиболее ясно.

3.2 Способы простановки размеров

По характеру расположения на чертеже различают *цепной* и *координатный* способы простановки размеров.

При цепном способе размеры проставляются последовательно один за другим и выполняются также последовательно. При этом на точность выполнения размера каждого элемента детали не влияют ошибки выполнения предыдущих размеров, но размер между элементами будет включать сумму ошибок выполнения размеров, расположенных между этими элементами (рис. 3.3). Например, ошибка размера между плоскостями *B2-B6* определится суммой ошибок размеров L_2, L_3, L_4, L_5 .

Цепной способ простановки размеров применяется для деталей, изготавливаемых с помощью комплексного инструмента, а также при простановке размеров межцентровых расстояний.

Нанесение размеров в виде замкнутой цепи не допускается, за исключением случаев, когда один из размеров цепи указан как справочный. Справочные размеры на чертежах отмечают значком (*) и на поле чертежа записывают: * *Размеры для справок*.

При координатном способе размеры проставляются от выбранных баз (рис. 3.4).

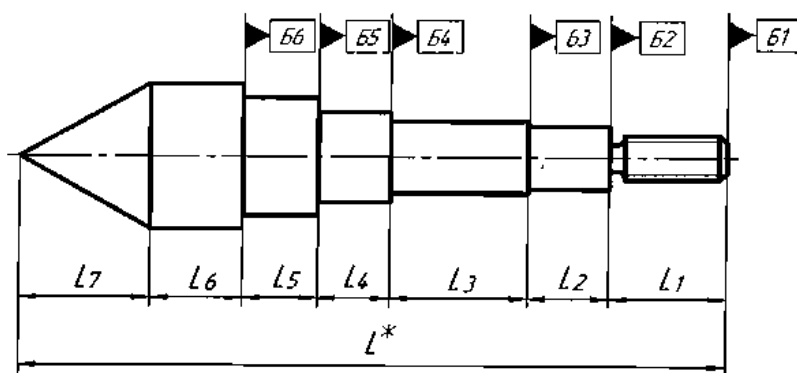


Рис. 3.3 – Цепной способ простановки размеров

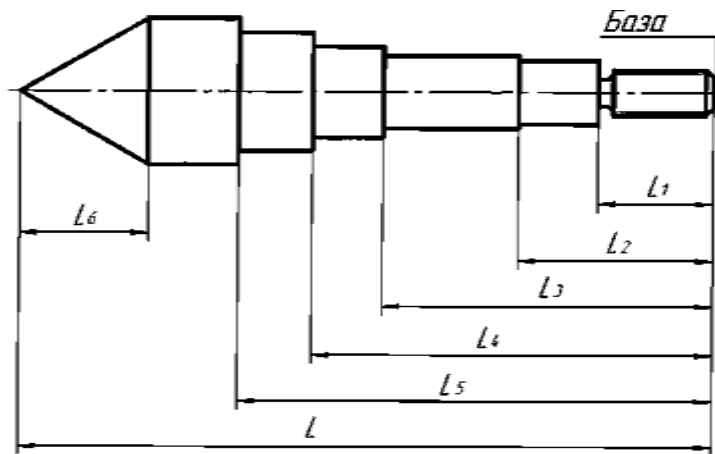


Рис. 3.4 - Координатный способ простановки размеров

3.3 Понятия о базах при простановке размеров

Базами называют те геометрические элементы детали, относительно которых проставляются размеры других геометрических элементов детали.

Все многообразие поверхностей сводится к следующим четырем:

- основные поверхности, которыми определяется положение детали в изделии;
- вспомогательные поверхности, которые определяют положение присоединяемой детали относительно данной;
- исполнительные поверхности, с помощью которых деталь выполняет свое функциональное назначение;
- свободные поверхности, не имеющие соприкосновения с поверхностями других деталей.

В зависимости от назначения различают следующие базы:

- *конструкторские* – базы, используемые для определения положения элементов:
 - а) детали в детали;
 - б) детали в сборочной единице;
 - в) сборочной единицы в изделии;
- *технологические* – базы, используемые для определения положения заготовки или изделия при изготовлении или ремонте;
- *измерительные* – базы, используемые для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения.

За базы при простановке размеров обычно принимаются следующие элементы детали (рис. 3.5):

- плоскости, с которых начинается обработка, например торцевые плоскости, и которыми данная деталь соприкасается с другими деталями;
- линии – оси симметрии и прямые линии кромок детали, которые могут служить осями координат для отсчета размеров;
- точка и ось (точка – полюс системы полярных координат, ось – база для отсчета углов).

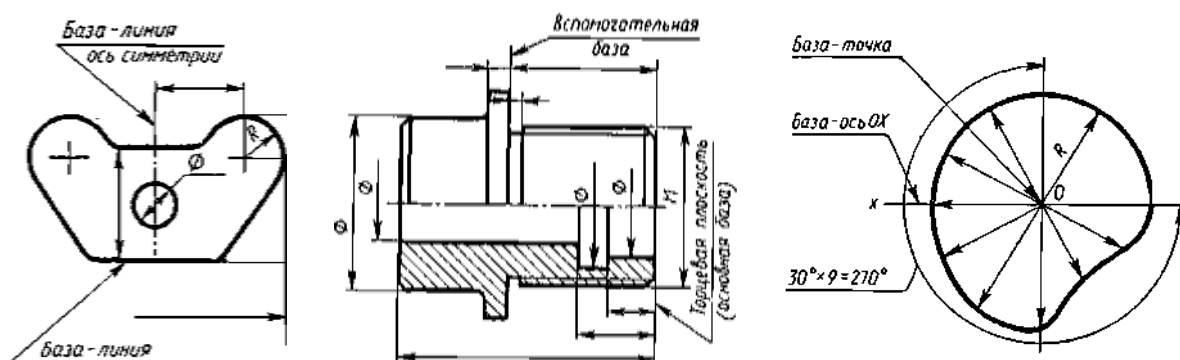


Рис. 3.5 – Примеры назначения баз

В ряде случаев отдельные элементы деталей не обязательно могут быть заданы от какой-либо одной основной базы. Иногда удобнее размеры некоторых элементов деталей отсчитывать от вспомогательных баз, которые должны быть связаны размерами с основной базой.

Правила выбора баз для нанесения размеров стандартом не предусматриваются, поэтому геометрию одного и того же элемента детали можно задать простановкой размеров от различных баз и различными способами.

Чтобы повысить точность изготовления отдельных элементов детали, применяют одновременно цепной и координатный способы простановки размеров.

Выбор системы простановки размеров относится к одному из самых сложных этапов работы исполнителя. Объясняется это наличием большого числа совместно решаемых конструкторских и технологических задач. Основное условие, которое должно быть выполнено при этом – наибольшая простота процесса изготовления детали при наименьшей стоимости ее изготовления.

Системы простановки размеров от различных баз имеют свои особенности. Система простановки размеров от конструкторских баз отличается тем, что все размеры на чертеже проставляются от поверхностей, которые определяют положение детали в собранном и работающем механизме. В этом случае не связывают простановку размеров с вопросами изготовления детали.

Преимущества простановки размеров от конструкторских баз:

- наличие на чертежах коротких размерных цепей, что повышает точность и качество изделия;
- облегчение проверки, расчета и увязки размеров, как детали, так и всего изделия;
- повышение срока годности чертежа, т.к. в нем не отражены требования часто меняющейся технологии.

Недостатки простановки размеров от конструкторских баз:

- необходимость дополнительно готовить технологическую документацию для обработки детали, т.к. чертеж не отражает требований технологии;
- рост числа контрольно-измерительных операций, т.к. заказчик принимает изготовленную деталь не по технологическому, а по конструкторскому чертежу.

Система простановки размеров от технологических баз характеризуется тем, что все размеры на чертеже проставляют от поверхностей, определяющих положение

детали при обработке. В этом случае связывают простановку размеров с вопросами изготовления детали.

Преимущества простановки размеров от технологических баз:

- а) в простановке размеров отражены производственные требования, что облегчает изготовление детали;
- б) не требуется перечня размеров и допусков, т.е. отпадает необходимость в специальной технологической документации;
- в) упрощается конструкция режущего и измерительного инструмента;
- г) изготовление детали и контрольно-измерительные операции производятся по одному и тому же чертежу.

Недостатки простановки размеров от технологических баз:

- а) некоторая осложненность в проверке и увязке размеров в детали и в изделии;
- б) сокращение срока годности чертежа, т.к. необходима его корректировка при изменении технологии;
- в) слабое отражение на чертеже конструктивных особенностей изделия.

Обычно стремятся к тому, чтобы конструкторские базы были использованы в качестве технологических. Может быть применена комбинированная система простановки размеров: одна часть размеров проставляется от конструкторских баз, другая – от технологических. Простановку размеров от конструкторских баз ограничивают. Наиболее полно удовлетворяет требованиям производства простановка размеров от технологических баз.

3.4 Аксонометрические проекции

3.4.1. Виды аксонометрических проекций

Метод прямоугольного проецирования на несколько плоскостей проекций, обладая многими достоинствами, вместе с тем имеет и существенный недостаток: изображения не обладают наглядностью.

Одновременное рассмотрение двух (а иногда и более) изображений затрудняет мысленное воссоздание пространственного объекта.

При выполнении технических чертежей часто оказывается необходимым наряду с изображением предметов в системе ортогональных проекций иметь изображения более наглядные.

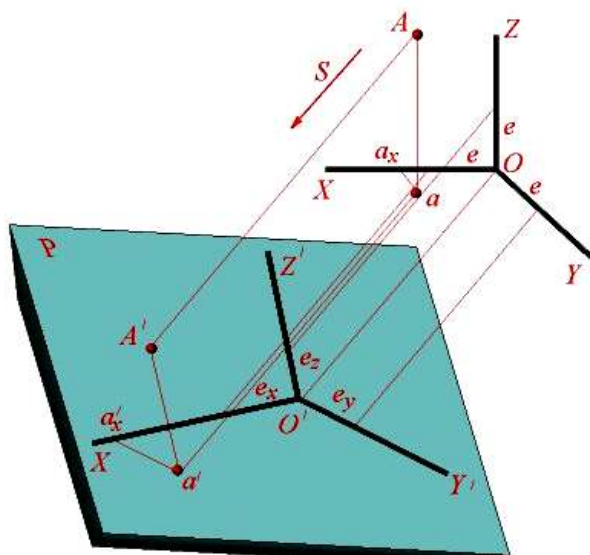
Для построения таких изображений применяют способ аксонометрического проецирования, состоящий в том, что данный предмет вместе с системой трех взаимно перпендикулярных осей координат, к которым он отнесен в пространстве, параллельно проецируется на некоторую плоскость, называемую плоскостью аксонометрических проекций (или картинной плоскостью).

Проекция на этой плоскости называется аксонометрической или сокращенно аксонометрией.

На рис. 3.6 показана схема проецирования осей координат и отнесенной к ним точки A на плоскость P , принятую за плоскость аксонометрических проекций (картинную). Направление проецирования указано стрелкой S .

Проекции осей X, Y, Z – прямые X', Y', Z' называются аксонометрическими осями. Пространственная координатная ломаная линия $O a_x a A$ проецируется в плоскую ломаную линию $O' a'_x a' A'$, называемую аксонометрической координатной ломаной. Точка A' – аксонометрическая проекция точки A ; точка a' представляет собой аксонометрическую проекцию точки a .

Аксонометрическую проекцию любой ортогональной проекции точки A называют вторичной проекцией точки A .



На рисунке показана схема проецирования осей координат и отнесенной к ним точки A на плоскость P , принятую за плоскость аксонометрических проекций. Направление проецирования указано стрелкой S . Проекции осей X, Y, Z - прямые X', Y', Z' - аксонометрические оси. Пространственная координатная ломаная линия Oa_xaA проецируется в плоскую ломаную линию $O'a'_xa'A'$, называемую аксонометрической координатной ломаной. Точка A' - аксонометрическая проекция точки A ; точка a' представляет собой аксонометрическую проекцию точки A . На осях X, Y, Z отложен отрезок e , принимаемый за единицу измерения по этим осям. Отрезки e_x, e_y, e_z на аксонометрических осях представляют собой проекции отрезка e . Они являются единицами измерения по аксонометрическим осям. В общем случае e_x, e_y, e_z не равны e и не равны между собой. Отношения $k=e_x/e, m=e_y/e, n=e_z/e$ называются коэффициентами искажения по аксонометрическим осям. Отношения между аксонометрическими проекциями отрезков, параллельных осям координат X, Y, Z и самими отрезками равны коэффициентам k, m, n .

Рис. 3.6 – Схема проецирования координат

На осях X, Y, Z отложен отрезок e , принимаемый за единицу измерения по этим осям. Отрезки e_x, e_y, e_z на аксонометрических осях представляют собой проекции отрезка e . Они являются единицами измерения по аксонометрическим осям. В общем случае e_x, e_y, e_z не равны e и не равны между собой.

Отношения $k = e_x / e, m = e_y / e, n = e_z / e$ называются коэффициентами (или показателями) искажения по аксонометрическим осям. Отношения между аксонометрическими проекциями отрезков, параллельных осям координат X, Y, Z и самими отрезками равны коэффициентам k, m, n . Коэффициенты искажения и угол φ , образованный направлением проецирования с картинной плоскостью, связаны зависимостью

$$k^2 + m^2 + n^2 = 2 + \operatorname{ctg}^2(\varphi)$$

Так как взаимное расположение картинной плоскости P и координатных осей X, Y, Z , а также направление проецирования могут быть различными, то можно получить множество различных аксонометрических проекций.

Если направление проецирования не перпендикулярно к картинной плоскости P , то аксонометрическая проекция называется косоугольной; если же перпендикулярно, – то прямоугольной.

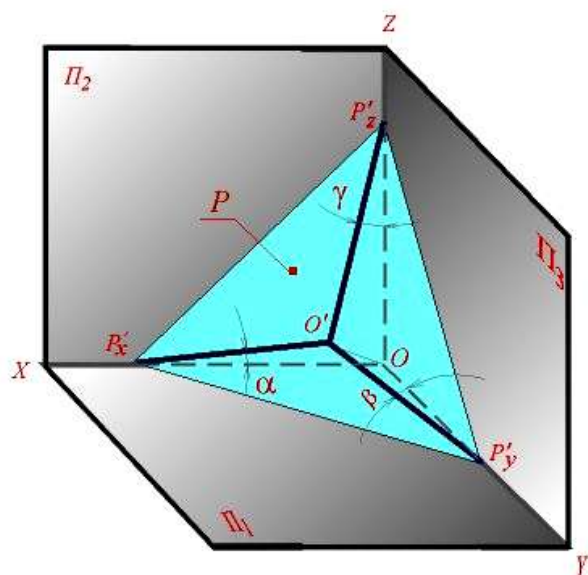
Если все три показателя искажений между собой не равны, то проекция называется триметрической; если два показателя искажения равны (например, $k = n$), а третий отличен от них, то проекция называется диметрической; наконец, если все три показателя равны ($k = m = n$), то проекция называется изометрической.

В практике большое распространение получили прямоугольные изометрическая и диметрическая проекции.

Прямоугольные аксонометрические проекции. Коэффициенты искажения

Картинная плоскость, пересекая плоскости координат, образует треугольник, называемый треугольником следов. На рис. 3.7 таким треугольником является треугольник $P'_x P'_y P'_z$. Опустим из начала координат O перпендикуляр на плоскость P .

Точка O' пересечения перпендикуляра с плоскостью P представляет собой прямоугольную аксонометрическую проекцию точки O , а отрезки $O' P'_x, O' P'_y$ и $O' P'_z$ – прямоугольные аксонометрические проекции отрезков координатных осей OP'_x, OP'_y, OP'_z .



Аксонметрическая (картинная) плоскость, пересекая плоскости координат, образует треугольник следов P_x, P_y, P_z . Опустим из начала координат "O" перпендикуляр на плоскость P. Точка "O'" пересечения перпендикуляра с плоскостью P представляет собой прямоугольную аксонометрическую проекцию точки "O", а отрезки $O'P'_x, O'P'_y$ и $O'P'_z$ - прямоугольные аксонометрические проекции отрезков координатных осей OP'_x, OP'_y, OP'_z . Треугольники $OO'P'_x, OO'P'_y, OO'P'_z$ - прямоугольные отрезки $O'P'_x, O'P'_y, O'P'_z$ являются их катетами, а отрезки OP'_x, OP'_y, OP'_z - гипотенузами. Отсюда следует:

где α, β, γ - углы наклона координатных осей X, Y, Z к

$$\frac{O'P'_x}{OP'_x} = \cos \alpha, \quad \frac{O'P'_y}{OP'_y} = \cos \beta, \quad \frac{O'P'_z}{OP'_z} = \cos \gamma,$$

плоскости аксонометрической проекции. Так как

$$\frac{O'P'_x}{OP'_x} = k, \quad \frac{O'P'_y}{OP'_y} = m, \quad \frac{O'P'_z}{OP'_z} = n, \quad \text{то}$$

$$k = \cos \alpha, \quad m = \cos \beta, \quad n = \cos \gamma,$$

Рис. 3.7 – Параметры аксонометрических преобразований

Треугольники $OO'P'_x, OO'P'_y, OO'P'_z$ – прямоугольные, отрезки $O'P'_x, O'P'_y, O'P'_z$ являются их катетами, а отрезки OP'_x, OP'_y, OP'_z – гипотенузами. Отсюда

$$\frac{O'P'_x}{OP'_x} = \cos \alpha, \quad \frac{O'P'_y}{OP'_y} = \cos \beta, \quad \frac{O'P'_z}{OP'_z} = \cos \gamma,$$

где α, β, γ – углы наклона координатных осей X, Y, Z к плоскости аксонометрических проекций. Так как

$$\frac{O'P'_x}{OP'_x} = k, \quad \frac{O'P'_y}{OP'_y} = m, \quad \frac{O'P'_z}{OP'_z} = n \quad \text{то } k = \cos \alpha, m = \cos \beta, n = \cos \gamma.$$

В прямоугольной аксонометрии коэффициенты искажения связаны зависимостью:

$$k^2 + m^2 + n^2 = 2$$

Изометрическая проекция

Так как $k = m = n$, то $3k^2 = 2$, $k = 0,82$, следовательно, коэффициенты искажения по осям $X', Y', Z' = 0,82$.

Изометрическую проекцию для упрощения, как правило, выполняют без искажения по осям X', Y', Z' , т.е. приняв коэффициент искажения равным 1, что соответствует увеличению линейных размеров изображения по сравнению с действительными в $1/0,82 = 1,22$ раза.

Диметрическая проекция

Если взять $n = k$ и $m = 1/2 k$, то получим

$$2k^2 + k^2/4 = 2, \quad k^2 = 8/9, \quad k = 0,94,$$

следовательно, по осям X' и Z' коэффициенты искажения $k = n = 0,94$, а по оси Y' коэффициент искажения $m = 0,47$.

Диметрическую проекцию, как правило, выполняют без искажения по осям X' и Z' и с коэффициентом искажения 0,5 по оси Y' .

В этом случае линейные размеры увеличиваются в $1/0,94 = 1,06$ раза.

Углы между аксонометрическими осями

В прямоугольных аксонометрических проекциях аксонометрические оси являются высотами треугольника следов (рис. 3.8), а точка O_p – точкой их пересечения (ортоцентром).

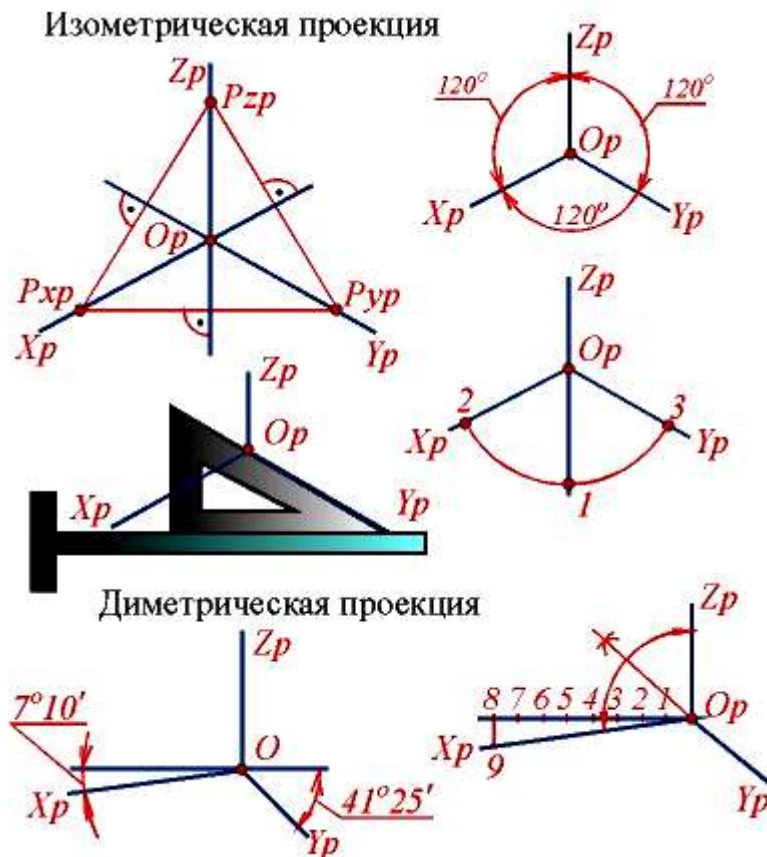


Рис. 3.8 – Построение проекций аксонометрических осей

Изометрическая проекция

Так как $k = m = n$, то $q = w = f$. Это означает, что треугольник следов равносторонний и, следовательно, углы между аксонометрическими осями равны 120° (рис. 3.8).

При практическом выполнении аксонометрических проекций ось Z_p принято располагать вертикально. В изометрической проекции оси X_p и Y_p проводят при помощи рейсшины и треугольника имеющего углы 60 и 30 градусов. (рис. 3.8). Те же углы можно построить с помощью циркуля. Из точки O_p как из центра, проводят окружность любого, по возможности большего радиуса; затем, из точки 1 (рис. 3.8) не изменяя раствора циркуля, делают на ней засечки. Точки 2 и 3 соединяют с точкой O_p .

Диметрическая проекция

Когда $k = n$, $m = n/2$ оси X_p и Y_p составляют с перпендикуляром к оси Z_p соответственно углы 7 градусов 10 минут и 41 градус 25 минут (рис. 3.8).

Построение осей показано на рис. 3.8. Приняв за единицу отрезок любой длины, откладывают на горизонтальной прямой влево от точки O_p восемь таких единиц; затем вниз по вертикали откладывают одну единицу. Ось X_p проводят через точку O_p и полученную точку 9. Осью Y_p служит биссектриса угла между осями X_p и Z_p .

Нанесение линий штриховки

Согласно ГОСТ 2.317 – 68 ЕСКД линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из проекций диагоналей квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны координатным осям.

На рис. 3.9 показано построение направлений линий штриховки в изометрии. Для этого на осях X_p , Y_p , Z_p (или линиях, им параллельных) откладывают равные отрезки произвольной длины и соединяют их концы.

На рис. 3.10 показано построение направлений линий штриховки в диметрии. Для этого на осях X_p и Z_p (или линиях, им параллельных) откладывают равные отрезки произвольной длины, а на оси Y_p (или линии, ей параллельной) – отрезок, вдвое меньший, и соединяют их концы.

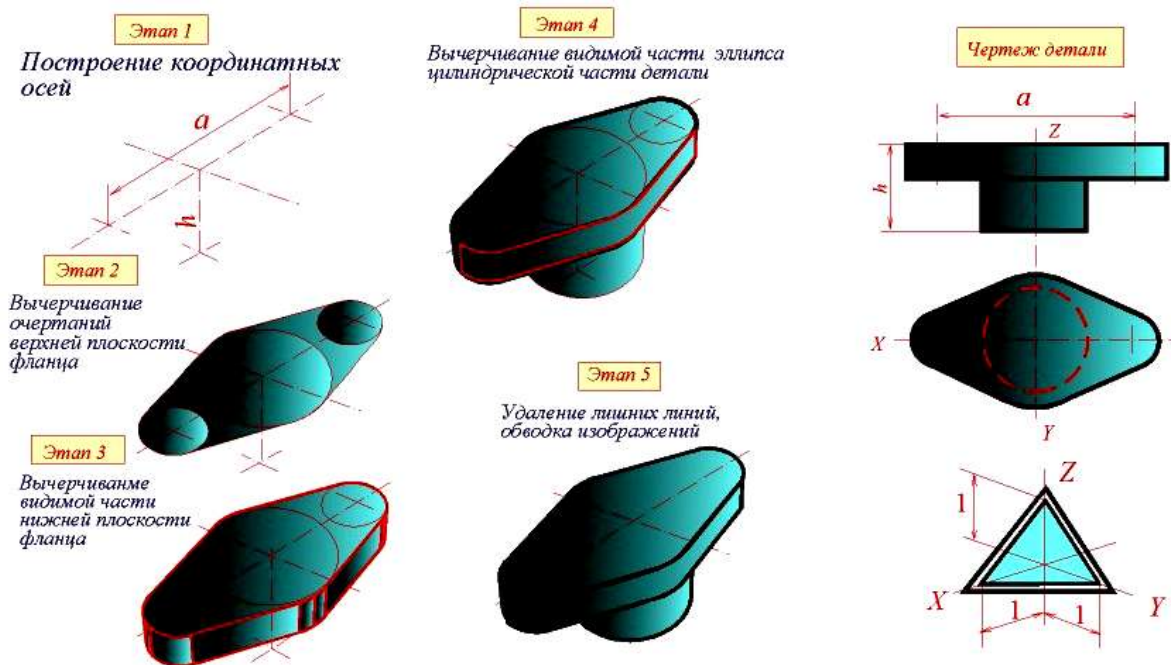


Рис. 3.9 – Изометрическая проекция

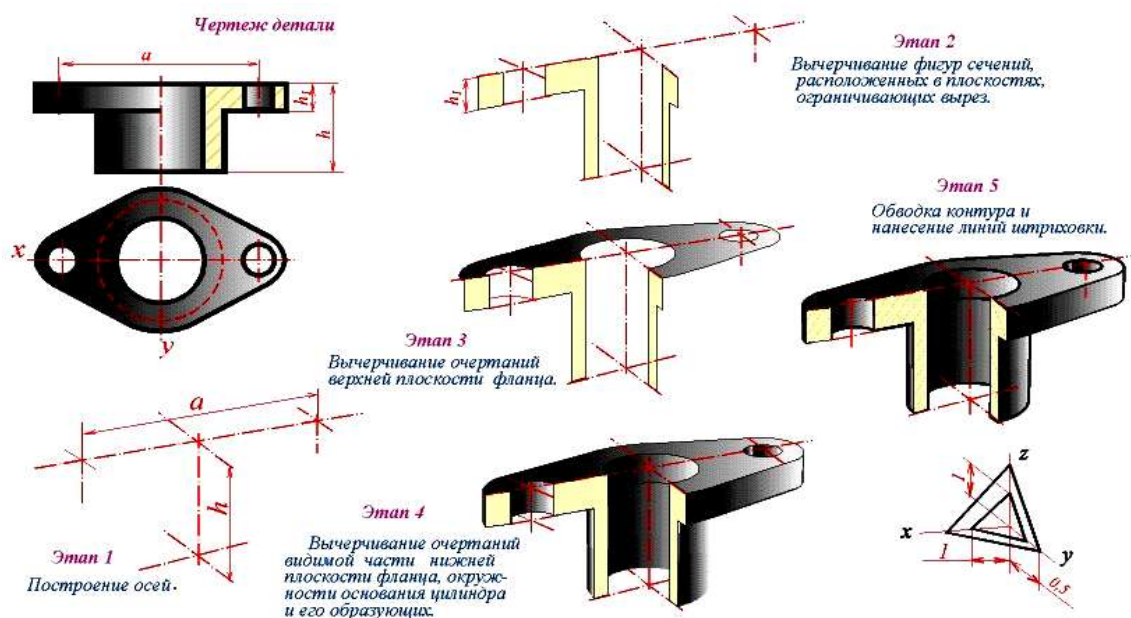


Рис. 3.10 – Диметрическая проекция

3.4.2. Построение аксонометрических проекций плоских фигур

Построение изображений плоских многоугольников сводится к построению аксонометрических проекций их вершин, которые соединяют между собой прямыми линиями. В виде примера рассмотрим построение пятиугольника, изображенного на рис. 3.11.

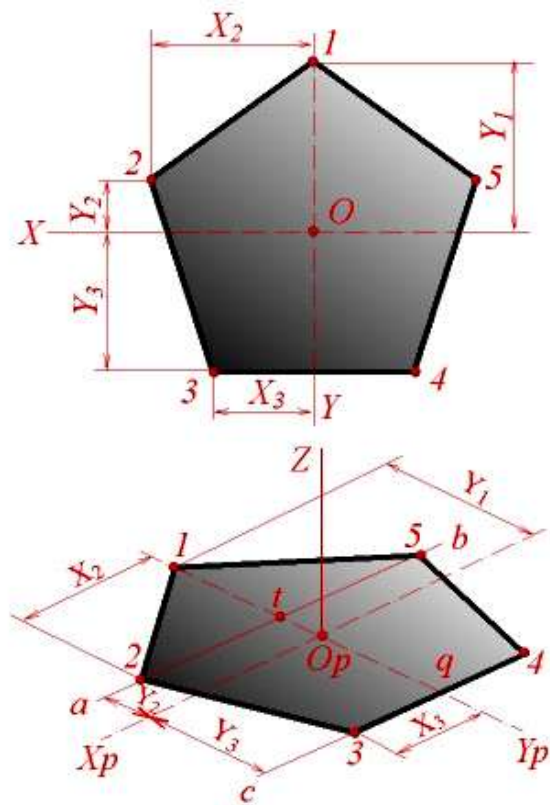


Рис. 3.11 – Построение пятиугольника

Построение аксонометрических проекций плоской кривой сводится к построению проекций ряда ее точек и соединению их в определенной последовательности. На рис. 3.12 показано построение эллипса, расположенного в плоскости координатных осей X, Y .

На эллипсе намечаем ряд точек и определяем их прямоугольные координаты X и Y . Проведя аксонометрические оси, откладываем от точки O_p вдоль оси X_p отрезки, равные по величине координатам X намеченных точек, а вдоль оси Y_p – отрезки, равные по величине половине координат Y (показано построение точек a, b, c, d). Через концы отрезков проводим прямые, параллельные осям X_p, Y_p ; на их пересечении получаем аксонометрические проекции соответствующих точек, которые соединяем плавной линией.

Линии X, Y примем за координатные оси. Проводим изометрические оси X_p и Y_p (рис. 3.11). Для построения изображения точки 1 достаточно на оси Y_p отложить отрезок O_p-1 , равный по величине координате Y_1 . Затем откладываем в ту же сторону от точки O_p отрезок O_p-t , равный координате Y_2 , и через точку t проводим прямую ab , параллельную оси X_p . Координаты X_2 вершин 2 и 5 пятиугольника одинаковы по величине, но различны по знакам; поэтому на изометрическом изображении откладываем в обе стороны от точки t отрезки $t-2 = t-5 = X_2$. Сторона 3-4 пятиугольника параллельна оси X . Отложив от точки q по оси Y_p отрезок $q-O_p$, равный координате Y_3 , проводим прямую cd , параллельную оси X_p , и откладываем на ней отрезки $q-3 = q-4 = X_3$.

Соединив точки 1, 2, 3, 4, 5 прямыми линиями, получаем аксонометрическую проекцию пятиугольника.

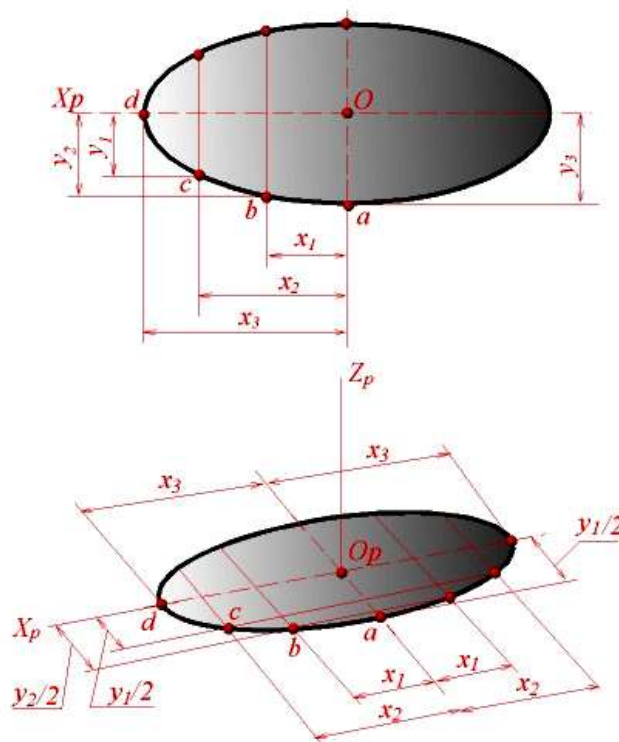


Рис. 3.12 – Построение эллипса

Построение аксонометрической проекции окружности

Как известно, прямо-угольной проекцией окружности, расположенной в плоскости, составляющей угол φ (рис. 3.13) с плоскостью проекций P , является эллипс. Большая ось A_pB_p эллипса – проекция диаметра AB , параллельного плоскости P . Из рис. 3.13 очевидно, что отрезок A_pB_p перпендикулярен к проекции C_pN_p , и малая ось D_pE_p эллипса (проекция диаметра DE) совпадает с прямой C_pN_p .

При построении аксонометрических проекций часто приходится строить изображения окружностей, расположенных в координатных плоскостях XY , XZ , YZ или в плоскостях, им параллельных. В этом случае нормалью к плоскости окружностей являются соответственно оси Z , Y , X .

Следовательно, направления больших осей эллипсов, изображающих проекции окружностей, всегда перпендикулярны соответственно осям Z_p , Y_p , X_p (рис. 3.14), а малые оси совпадают по направлению с этими осям. Большие оси соответствуют тем диаметрам изображаемых окружностей, которые параллельны картинной плоскости. Если аксонометрическое изображение выполняется с сокращением по направлениям осей X_p , Y_p , Z_p , то большие оси эллипсов 1, 2, 3 (рис. 3.14) равны диаметру d изображаемых окружностей. В изометрической проекции малые оси эллипсов равны $0,58d$. В диметрической проекции малые оси эллипсов 1, 3 (рис. 3.14) равны $d/3$, а малая ось эллипса 2 равна $0,88d$.

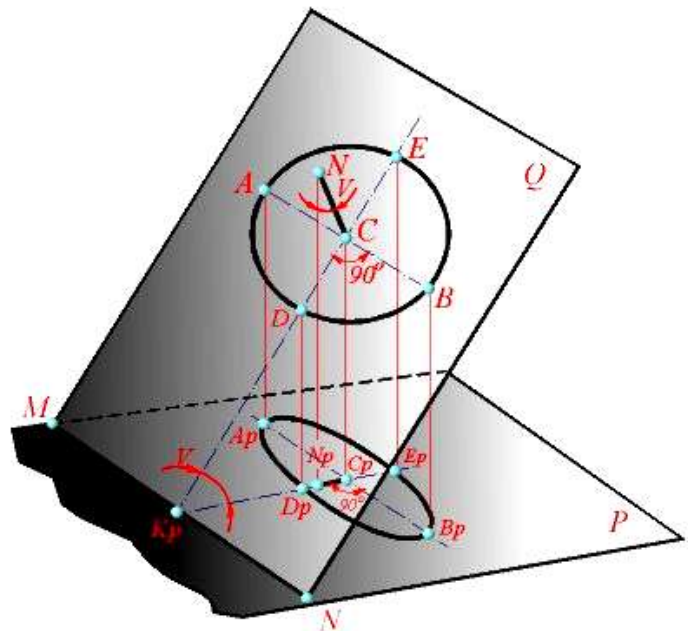


Рис. 3.13. - Построение аксонометрических осей окружности

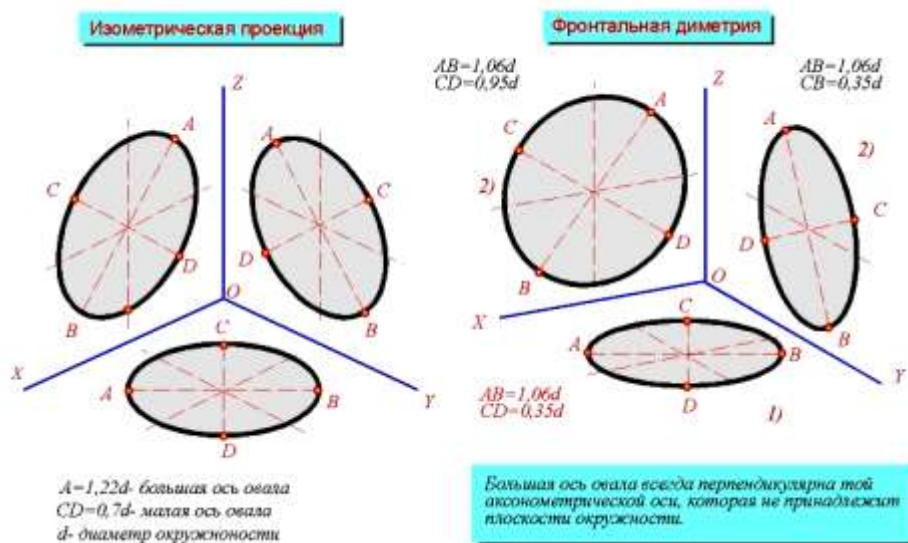


Рис. 3.14 – Окружности в аксонометрии

Если изометрическая проекция строится без сокращения по координатным осям, то большие оси эллипсов равны $1,22d$, а малые оси эллипсов 1,3 равны $0,35d$, ось эллипса 2 равна $0,95d$.

Вычерчивание эллипсов

При наличии некоторого навыка для вычерчивания эллипса вполне достаточно восьми точек – рис. 3.15 Точки 1 и 2 – концы большой оси, 3 и 4 – концы малой оси. Точки 5, 6, 7, 8 – аксонометрические проекции концов диаметров окружности, параллельных координатным осям X , Y . Для определения большего количества точек можно применить следующий способ. На кромке полоски бумаги (рис. 3.15) отложить отрезки AB и AC , равны по величине соответственно большой и малой полуоси эллипса. Если точку C заставить скользить (рис. 3.15) вдоль большой оси эллипса, а точку B – вдоль малой оси, то точка A опишет эллипс.

В некоторых случаях практически допустимо приближенное вычерчивание эллипсов с помощью циркуля. Построение изометрических проекций окружности диаметра d , плоскость которой параллельна какой-нибудь координатной плоскости, рекомендуется производить как показано на рис. 3.15.

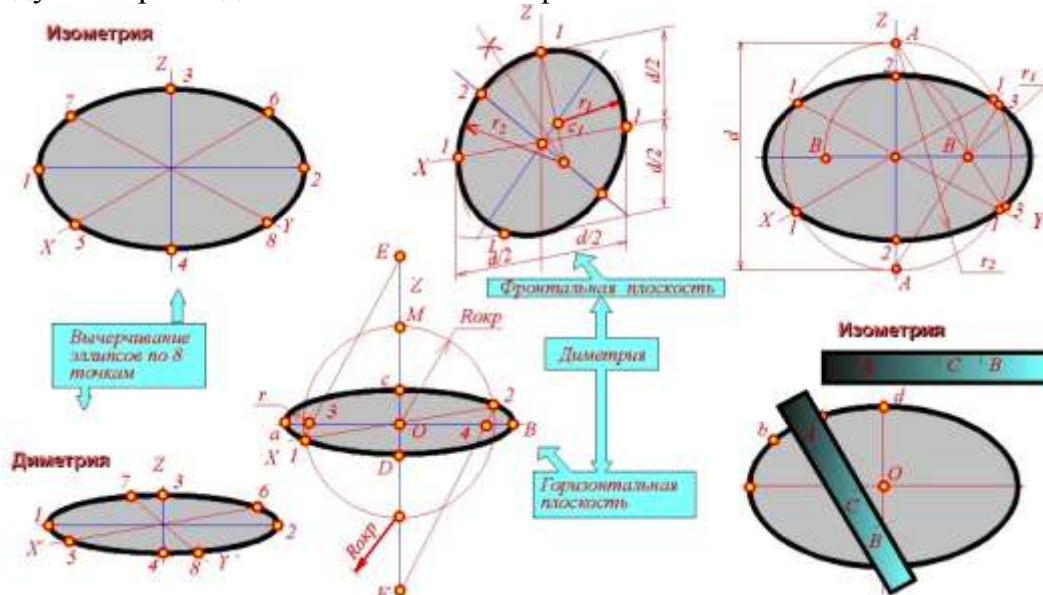


Рис. 3.15 – Построение эллипсов в аксонометрии

В диметрии приближенное вычерчивание эллипса можно производить для окружности, расположенной в плоскости, параллельной XZ и для окружностей, расположенных в плоскостях, параллельных XY и ZY . Порядок вычерчивания показан на рис. 3.15.

Диаграмма умножения размеров на коэффициенты искажения

Задача умножения величины линейных размеров (l) на коэффициенты 1,22, 1,06 и т.д. значительно упрощается, если применить вместо арифметических подсчетов графические построения с помощью диаграммы (рис. 3.16).

Проведя две взаимно перпендикулярные прямые AB и AC , на одной из них, например на AB , от точки A откладывают 100 мм. Затем на AC от той же точки A откладывают 35, 50, 70, 95, 106, 122 мм. Полученные точки соединяют с точкой O .

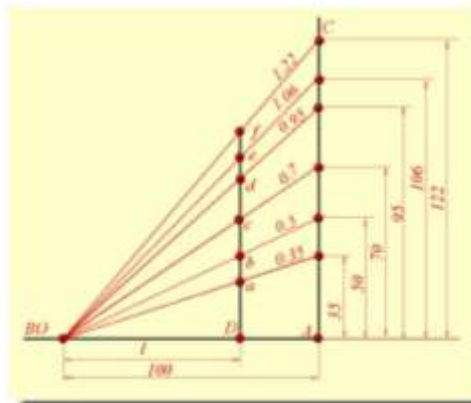


Рис. 3.16 – Диаграмма умножения размеров на коэффициенты искажения

Если от точки О по горизонтали отложить размер l , то взятые по вертикали отрезки D_a, D_b, \dots, D_f равны соответственно $0,35 l; 0,5 l; \dots; 1,22 l$.

На наклонных линиях диаграммы наносят значения коэффициентов, которым эти линии соответствуют. Использование диаграммы значительно упрощается, если ее выполнить на миллиметровой бумаге.

3.4.3. Построение аксонометрических проекций 3-х мерных объектов

Построение проекций многогранников сводится к построению их вершин и ребер. Для призмы удобнее начинать с построения вершин полностью видимого основания. На рис. 3.17 показана шестиугольная призма, высота которой совпадает с осью Z , а верхнее основание расположено в плоскости осей X и Y . Изометрическая проекция этого основания строится точно так же, как проекция пятиугольника на рис. 3.11. Ход построения ясен из рис. 3.17.

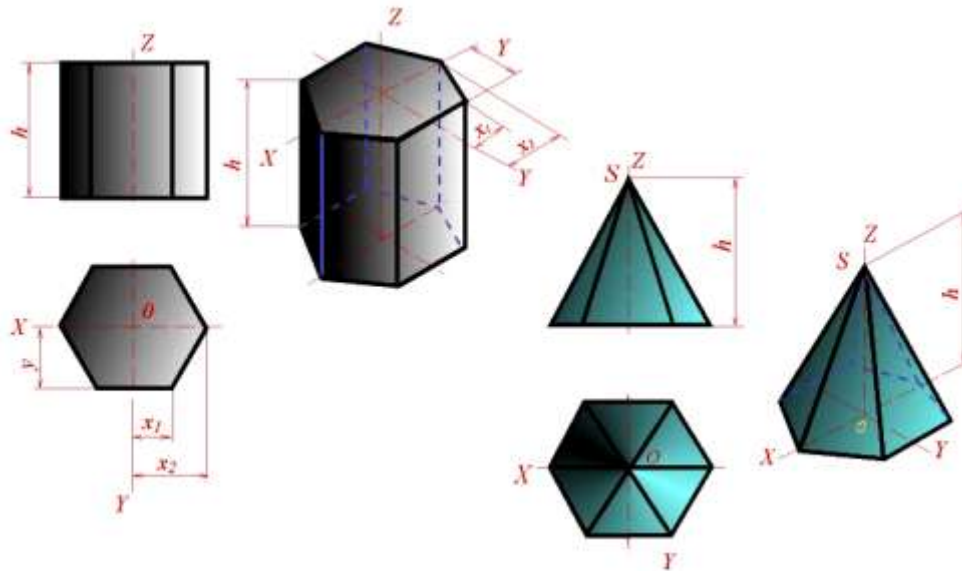


Рис. 3.17 – Построение аксонометрических проекций многогранников

Так как длина всех боковых ребер призмы равна высоте призмы h , то для построения нижнего основания из вершин верхнего основания проведены прямые, параллельные оси Z_p , и на них отложены отрезки, равные h . Концы отрезков соединены прямыми линиями.

Построение аксонометрической проекции пирамиды, изображенной на рис. 3.17, следует начать с построения основания, а затем из точки O_p отложить на оси Z_p высоту пирамиды и полученную вершину пирамиды S_p соединить с вершинами основания.

Построение аксонометрических проекций линий пересечения кривых поверхностей

Проекцию линии пересечения поверхностей можно строить или по координатам ряда ее точек, взятых с чертежа проектируемого предмета, или непосредственно на аксонометрическом изображении, используя для построения вспомогательные поверхности.

Следует по возможности подбирать такие вспомогательные поверхности, которые с заданными поверхностями дают на чертеже простые для построения линии пересечения.

Так при построении линии пересечения цилиндров вспомогательные плоскости следует проводить параллельно прямолинейным образующим цилиндрических поверхностей.

На рис. 3.18 плоскость R пересекает основания цилиндров по прямым $E_p F_p$ и $Q_p H_p$, а цилиндрические поверхности – по образующим, проходящим через точки E_p, F_p, Q_p, H_p .

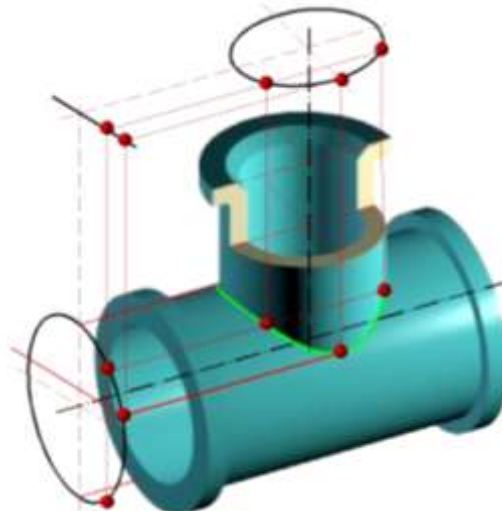
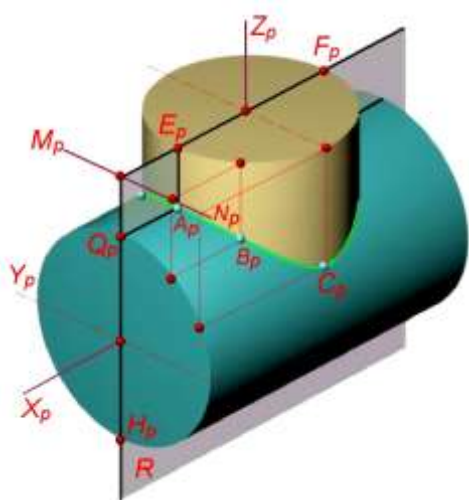


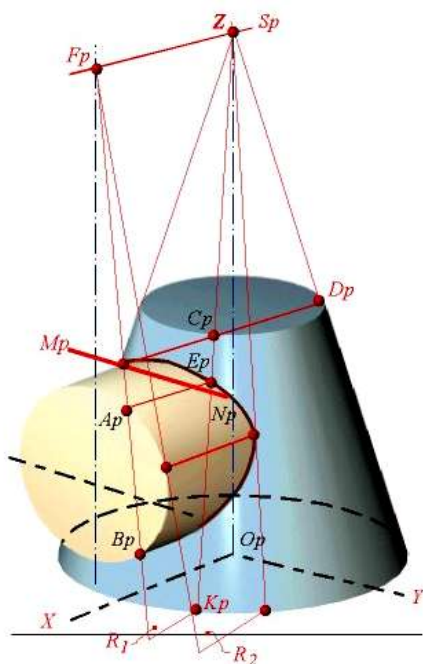
Рис. 3.18 – Построение линии пересечения поверхностей

Рис. 3.19 – Продолжение построений за пределы фигур

Образующие, пересекаясь между собой, дают точки (например, точка A_p), принадлежащие линии пересечения. Для построения точек искомой линии удобно использовать линию пересечения плоскостей оснований цилиндров ($M_p N_p$). Если на чертеже отсутствуют проекции оснований пересекающихся цилиндров, то их можно построить вне изображения самой детали (рис. 3.19).

При построении линии пересечения конуса с цилиндром следует использовать вспомогательные плоскости, проходящие через вершину конуса параллельно образующей цилиндра.

На рис. 3.20 плоскость R_1 пересекает основания цилиндра и конуса по прямым $A_p B_p$ и $C_p D_p$, а боковые поверхности – по образующим $A_p E_p$ и $C_p E_p$.



Плоскость R_1 пересекает основание цилиндра и конуса по прямым $A_p B_p$ и $C_p D_p$, а боковые поверхности – по образующим $A_p E_p$ и $C_p E_p$. Точка их пересечения E_p принадлежит искомой линии пересечения.

При построениях удобно использовать прямую $M_p N_p$ – линию пересечения плоскостей оснований цилиндра и конуса.

Рис. 3.20 – Пересечение цилиндра и конуса

Точка их пересечения E_p принадлежит искомой линии. При построении удобно использовать прямую $M_p N_p$ – линию пересечения плоскостей оснований цилиндра и конуса.

Последовательность вычерчивания аксонометрической проекции

Построение аксонометрической проекции предмета нужно производить в последовательности, позволяющей избежать нанесения на чертеже лишних линий. Поясним это на двух примерах.

Пример 1. Построение аксонометрической проекции детали (рис. 3.21).

Этап 1. Нанесение осей (рис. 3.21).

Этап 2. Вычерчивание очертаний верхней плоскости фланца (рис.3.21).

Этап 3. Вычерчивание очертаний видимой части нижней плоскости фланца (рис. 3.21).

Этап 4. Вычерчивание видимой части эллипса проекции окружности основания цилиндра и образующих цилиндра (рис. 3.21).

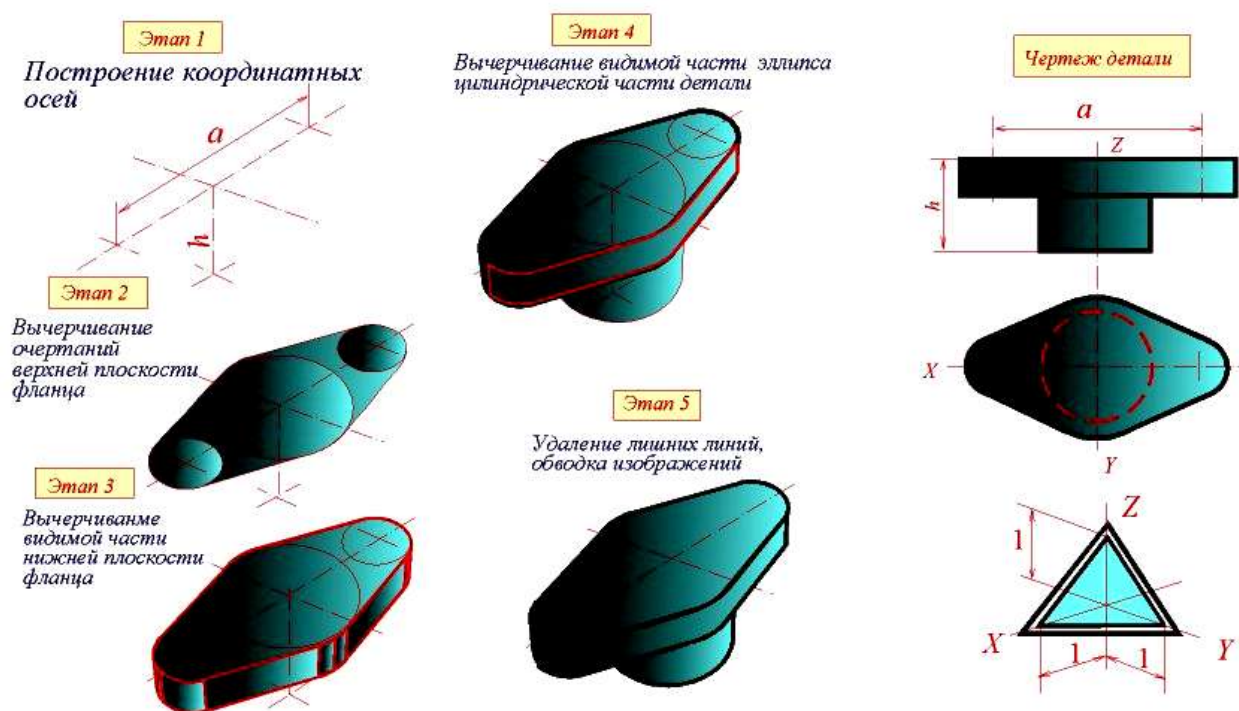


Рис. 3.21 – Последовательность построения изометрической проекции

Этап 5. Удаление лишних линий и обводка изображений (рис.3.21).

Пример 2. Построение диметрической проекции детали с вырезом 1/4 части детали (рис. 3.22).

Этап 1. Нанесение осей (рис. 3.22).

Этап 2. Вычерчивание фигур сечений, расположенных в плоскостях, ограничивающих вырез (рис. 3.21).

Этап 3. Вычерчивание очертаний верхней плоскости фланца (рис. 3.21).

Этап 4. Вычерчивание очертаний видимой части нижней плоскости фланца, окружности основания цилиндра и образующих цилиндра (рис. 3.21).

Этап 5. Обводка и нанесение линий штриховки (рис. 3.21).

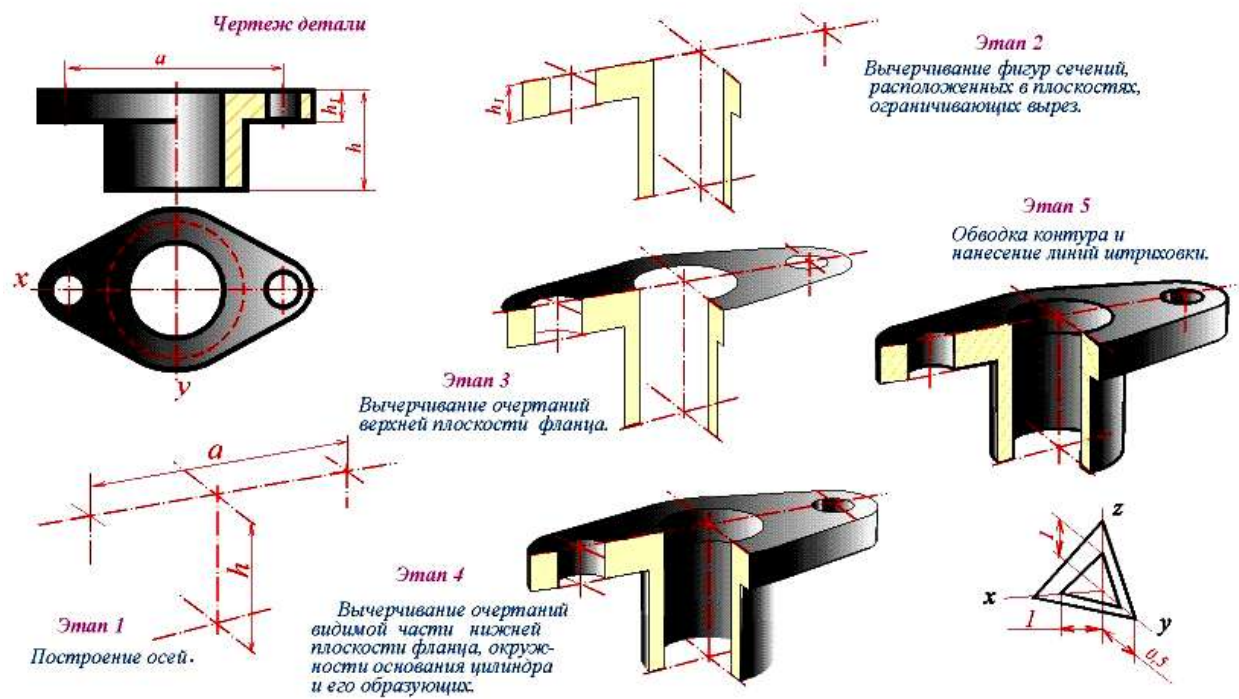


Рис. 3.21. Последовательность построения диметрической проекции

ЛЕКЦИЯ 4. СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

4.1. Резьбовые соединения:

4.1.1. Основные геометрические параметры резьбы

4.1.2. Изображение резьбы на чертежах

4.1.3. Обозначение резьбы

4.1.4. Крепёжные и соединительные детали.

4.2. Сварные соединения:

4.2.1. Изображения и обозначения сварных швов

Соединения деталей

Под соединением следует понимать закрепление двух или более деталей в определенной последовательности для выполнения совместных действий.

Согласно ГОСТ 23887-79 соединения подразделяются на следующие виды:

- разъемные, т.е. такие, которые можно многократно разъединять, не повреждая детали. К таким соединениям можно отнести резьбовые, шпоночные, шлицевые и клиновые;
- неразъемные – выполняемые с помощью сварки, пайки, заклепок, склейки и т.д. Такие соединения можно разъединить, только нарушив один из элементов конструкции;
- прессовые соединения занимают промежуточное между разъемными и неразъемными, представляющие собой соединения составных частей изделия с гарантированным натягом, вследствие того, что размер охватываемой детали больше соответствующего размера охватывающей детали. Они могут быть разобраны, но в большинстве случаев сопрягаемые поверхности оказываются поврежденными, что снижает надежность соединения при повторной сборке.

4.1. Резьбовые соединения

Наиболее распространённым видом разъёмных соединений является резьбовое соединение, позволяющее осуществлять сборку и разборку соединяемых деталей многократно без их повреждения. По ГОСТ 23887-79 резьбовыми называют соединения составных частей изделия с применением детали, имеющей резьбу. Они используются также для преобразования движения, например в ходовых и грузовых винтах.

Под резьбой понимают поверхность (совокупность выступов и впадин), образованную при винтовом движении плоского контура (рис.4.1) по цилиндрической или конической поверхности, с образованием заданного профиля.

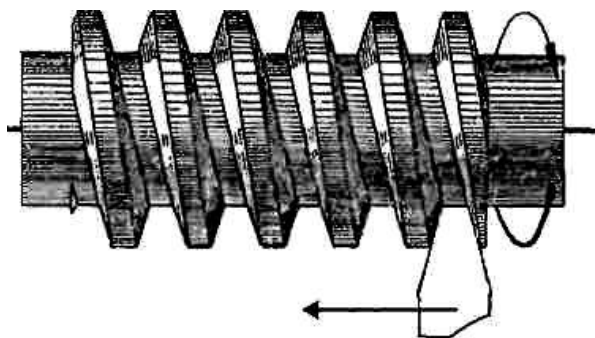


Рис. 4.1 – Образование резьбы

В зависимости от формы профиля резьбу называют треугольной, трапециевидальной, квадратной или круглой.

Если подъём винтового выступа на видимой стороне идёт слева направо, резьба называется правой, если подъём винтового выступа идёт справа налево – левой.

Если по поверхности перемещаются одновременно два и более плоских профиля, равномерно расположенные по окружности относительно друг друга, то образуются многозаходные резьбы.

На рис. 4.2 показаны конструктивные элементы резьбы, которые выполняются или образуются при ее нарезании. К ним относятся фаски, проточки, сбеги и недорезы.

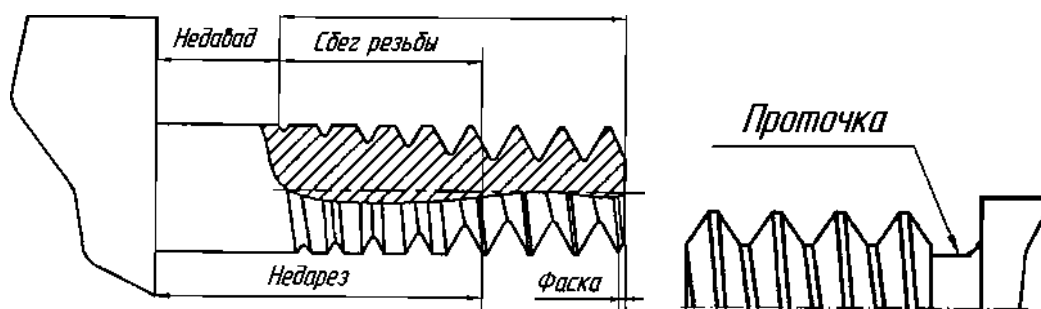


Рис. 4.2 – Конструктивные элементы резьбы

Фаска представляет собой коническую поверхность, образующая которой составляет с осью резьбы угол 45° . Фаски упрощают процесс нарезания резьбы и облегчают соединение между собой резьбовых деталей.

Сбег резьбы – участок в зоне перехода резьбы к гладкой части детали, где резьба имеет неполный профиль.

Проточкой называют канавку, выточенную на месте сбега резьбы и предназначенную для выхода резьбообразующего инструмента при изготовлении резьбы полного профиля.

Фаски, сбеги, недорезы, размеры внутренних и внешних проточек определяются по ГОСТ 10549-80.

4.1.1. Основные геометрические параметры резьбы

Геометрические параметры резьбы – это размеры, значения которых определяют её эксплуатационные характеристики и различают её в пределах одного вида. Основными геометрическими параметрами резьбы являются (рис.4.3):

а) d (для болта) и D (для гайки) – наружный диаметр резьбы - диаметр воображаемого цилиндра (конуса для конической резьбы), описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней. Обычно он равняется номинальному диаметру и используется при обозначении резьбы;

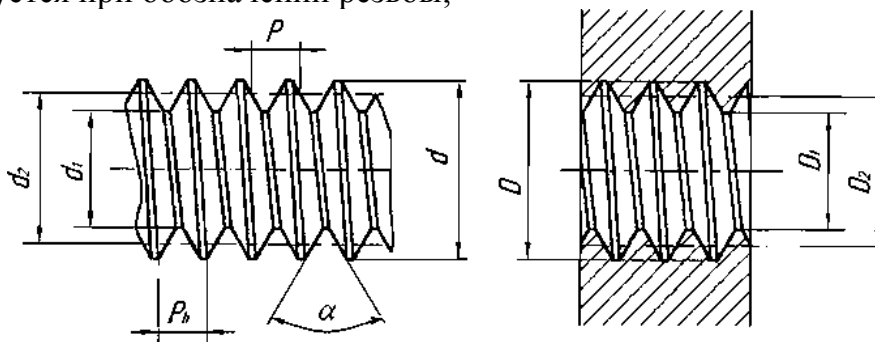


Рис. 4.3 – Основные геометрические параметры резьбы

б) d_2 (D_2) – средний диаметр резьбы – диаметр воображаемого соосного с резьбой цилиндра, пересекающего витки резьбы таким образом, что ширина выступов резьбы и ширина впадин оказываются равными;

в) d_1 (D_1) – внутренний диаметр резьбы;

г) P – шаг резьбы, расстояние между соседними, одноименными сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы (для конической резьбы – проекция на ось резьбы отрезка, соединяющего соседние вершины профиля резьбы);

д) P_h – ход резьбы, расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля. В однозаходной резьбе равняется шагу ($P_h = P$), а в многозаходной – шагу, умноженному на число заходов: n , $P_h = nP$;

е) α – угол профиля – угол между боковыми сторонами профиля.

4.1.2. Изображение резьбы на чертежах

При изображении резьбы на чертеже всех профилей и назначений в соответствии с ГОСТ 2.311-68 принята условность, когда винтовую линию заменяют двумя линиями – сплошной основной и тонкой (рис.4.4).

Наружная резьба изображается сплошной основной линией по наружному диаметру и сплошной тонкой – по внутреннему диаметру. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, тонкую линию проводят на $\frac{3}{4}$ окружности, причем эта линия может быть разомкнута в любом месте (не допускается начинать сплошную тонкую линию и заканчивать ее на осевой линии).

Расстояние между тонкой линией и сплошной основной не должно быть меньше 0,8 мм и больше шага резьбы, а фаска на этом виде не изображается. На стержне сплошная тонкая линия должна пересекать линию границы фаски.

Границу резьбы наносят в конце полного профиля резьбы (до начала сбег) сплошной основной линией, если она видна. Штриховку в сечениях проводят до сплошной основной линии, т. е. до наружного диаметра наружной резьбы и внутреннего диаметра внутренней. Сбег резьбы при необходимости изображают сплошной тонкой линией.

Внутренняя резьба изображается сплошной основной линией по внутреннему диаметру и сплошной тонкой – по наружному. Если при изображении глухого отверстия конец резьбы располагается близко к его дну, то допускается изображать резьбу до конца отверстия.

Резьбу с нестандартным профилем следует изображать, как показано на рис. 4.4.

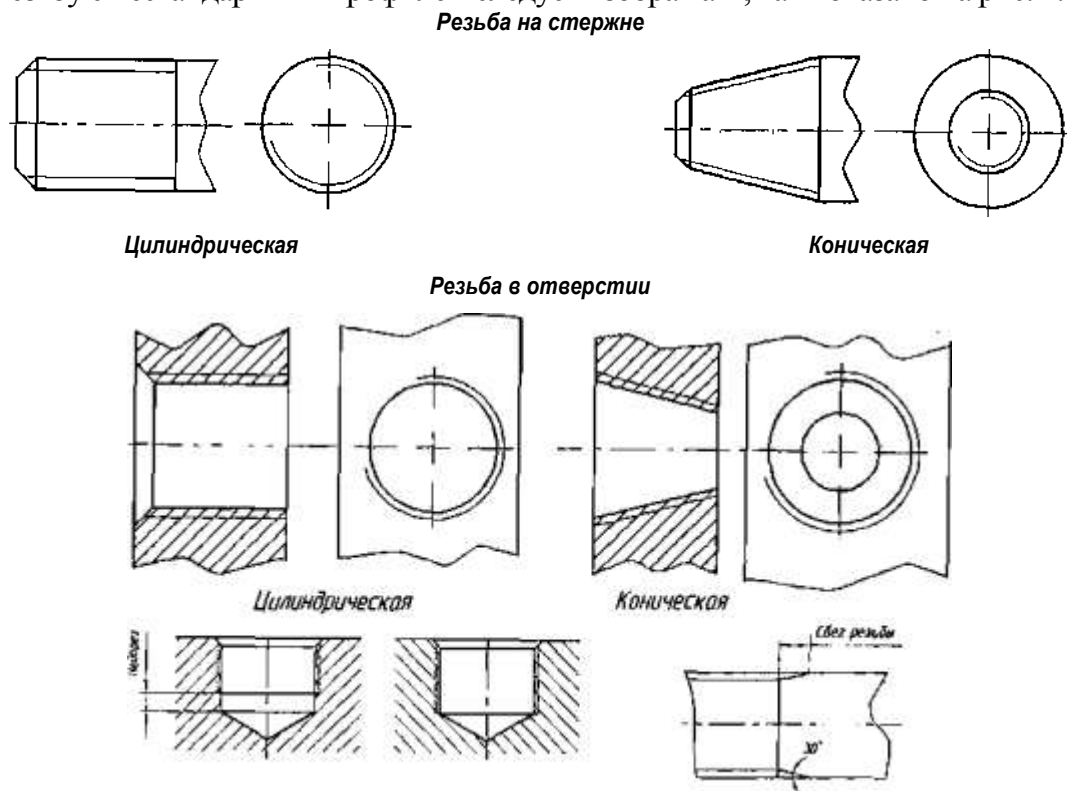
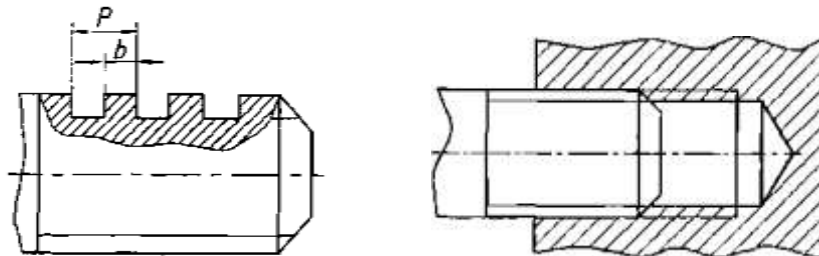


Рис. 4.5 – Изображение резьбы на чертежах

При изображении отверстия, в которое ввинчен стержень, резьбу в отверстии на разрезах в плоскости, параллельной его оси, показывают только в той части, которая не закрыта резьбой стержня.

4.1.3. Обозначение резьбы

Чтобы указать резьбу на чертеже, к её изображению добавляют надпись в виде условного обозначения, установленного стандартами. В общем случае обозначение резьбы включает в себя информацию, структура представления которой показана на рисунке.



В табл. 4.1 даны основные типы резьб и их условные обозначения по ГОСТу.

Тип резьбы	Диаметр резьбы	×	Шаг и ход резьбы	Направление резьбы	—	Поле допуска диаметра	Номер стандарта
---------------	-------------------	---	---------------------	-----------------------	---	--------------------------	--------------------

Для всех типов резьб, кроме конических и трубной цилиндрической, обозначения относятся к наружному диаметру и проставляются в соответствии правилами нанесения размеров на чертеже. Размерные линии для обозначения резьбы на цилиндрических стержнях и в отверстиях всегда относят к наружному диаметру резьбы.

Размер конических резьб и трубной цилиндрической вследствие условного параметра диаметра резьбы наносят только на полке линии-выноски и обозначаются в дюймах ($1'' = 25,4 \text{ мм}$).

Таблица 4.1 - Основные типы резьб и их обозначение по ГОСТ

Тип резьбы	Буквенное обозначение	Назначение
– Метрическая	M.....	– Резьба общего назначения. Стандартные крепежные изделия.
– Метрическая коническая	MK.....	– Приборостроение.
– Трапецеидальная	Tg.....	– Ходовые винты, передающие возвратно-поступательное движение.
– Упорная	S.....	– Механизмы с большим осевым усилием (винтовые прессы, домкраты)
– Трубная цилиндрическая	G.....	– Соединение труб, фитингов
– Трубная коническая	R..... (наружная) R _c (внутренняя)	– Вентили – Соединение труб при больших давлениях и температурах (повышенная герметичность)

Шаг резьбы не указывают для метрической резьбы с крупным шагом и для дюймовых резьб, в остальных случаях он указывается. Для многозаходных резьб в обозначение резьбы входит ход резьбы, а шаг проставляется в скобках, например, M24x3 (P1).

Направление резьбы указывают только для левой резьбы латинскими буквами LH.

Обозначение поля допуска диаметра резьбы состоит из цифры, показывающей степень точности, и буквы, обозначающей основное отклонение. Согласно ГОСТ

16093-81 предпочтительными полями допусков являются для наружной резьбы – *6g*, а для внутренней – *6H*. Указание поля допуска на чертеже обязательно,

Примеры нанесения обозначений резьб на чертежах показаны на рис. 4.6.

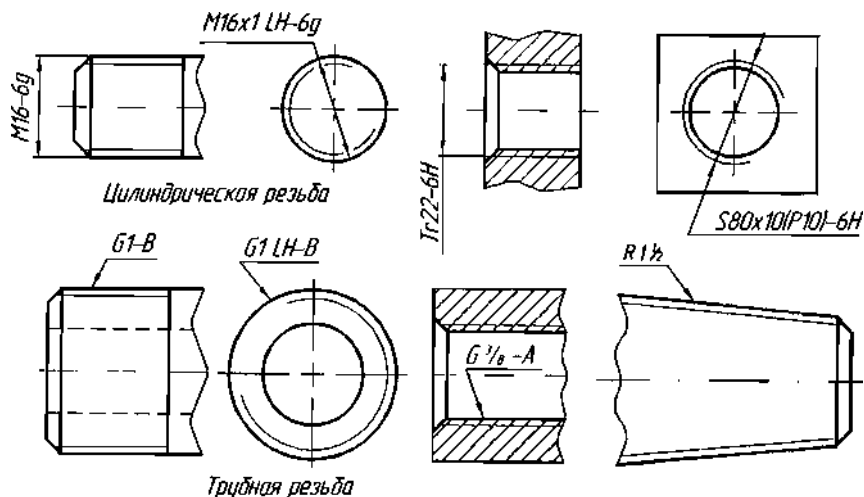


Рис. 4.6 – Примеры нанесения обозначений резьб на чертежах

4.1.4. Крепёжные и соединительные детали

Основными крепежными и соединительными деталями резьбовых соединений являются болты, винты, шпильки, гайки, шайбы, фитинги и стопорные устройства, предохраняющие детали от самоотвинчивания.

Болт – цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой на другом. Болты используют в комплекте с гайкой; при этом нарезать резьбу в соединяемых деталях не требуется.

Винт – цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой на другом, которым он ввертывается в резьбовое отверстие одной из скрепляемых деталей. Иногда винт может не иметь головки.

Шпилька – цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах, причем одним концом она ввертывается в одну из скрепляемых деталей, а на другой конец её наворачивается гайка.

Гайка – деталь с резьбовым отверстием, наворачиваемая на болт или шпильку и служащая для соединения скрепляемых при помощи болта или шпильки деталей соединения.

Шайба – кольцо, подкладываемое под гайку, а также головку винта или болта для предохранения поверхности детали от задира при затягивании гайки, для увеличения опорной поверхности и в некоторых случаях для стопорения.

Фитинги – детали для соединения труб в системах газо-, водо- и теплоснабжения, а также в системах смазки машин. К ним относятся угольники, тройники, муфты, контргайки и т.д.

При изображении на чертежах различают конструктивное, упрощенное и условное изображения крепежных изделий и их соединений. Так, при конструктивном изображении размеры крепежных изделий (болтов, винтов, гаек, шпилек и т. п.) и их элементов выбирают из соответствующих стандартов и изображают по действительным размерам. Выбор других видов изображения (упрощенного или условного) зависит от назначения и масштаба чертежа.

Если изображение изделия выполнено на чертеже в достаточно крупном масштабе и соединения болтом, шпилькой, винтом не выглядят слишком мелкими, то их изображают упрощенно. Упрощенное изображение состоит в том, что размеры крепежных изделий определяют по условным соотношениям в зависимости от номинального (наружного)

диаметра резьбы. При упрощенном изображении (рис. 4.7) не показываются фаски, резьба изображается нарезанной на всю длину болта или винта, у шпильки не изображается гладкая часть, у винта шлиц изображается утолщённой линией. При изображении резьбы на плоскости, перпендикулярной оси резьбы, у болтов, шпилек и винтов не изображается линия внутреннего диаметра, а у гаек – линия наружного диаметра резьбы.

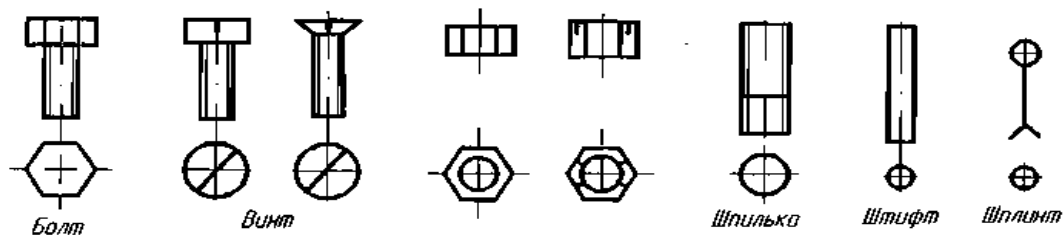


Рис. 4.7 – Упрощенное изображение крепежных изделий

В том случае, когда стержни крепежных изделий на чертеже равны 2 мм и менее (при масштабе уменьшения), все соединение следует изображать условно, как показано на рис. 4.8. Но и в этом случае изображение должно полно отражать характер соединения.

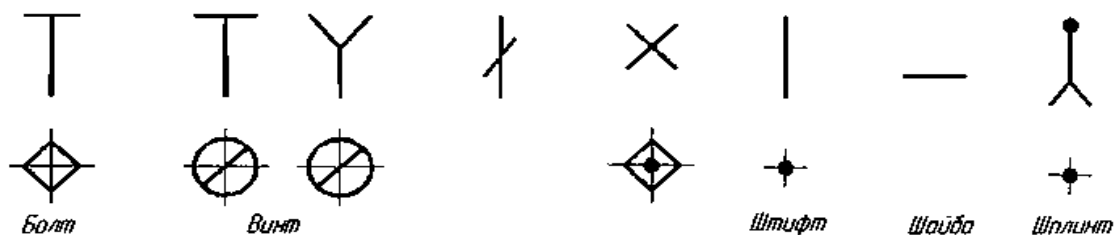


Рис. 4.8 – Условное изображение крепежных изделий

На рис. 4.9 приведены примеры упрощенного изображения болтового, шпилечного и винтового со штифтом соединений. В этом случае при изображении резьбового соединения не показывается зазор между крепёжной деталью и стенками отверстий соединяемых деталей. Ширина грани гайки и головки болта принимается равной наружному диаметру резьбы.

Соединительные части – фитинги (рис. 4.10) – при сборке трубопроводов позволяют соединять сразу несколько труб, устраивать ответвления под разными углами, переходы с одного диаметра на другой и т. д.

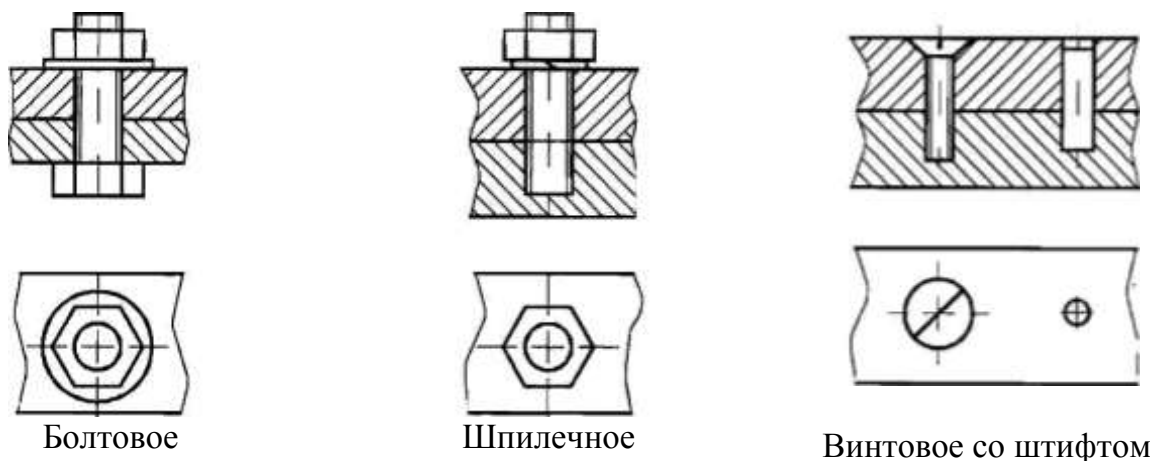
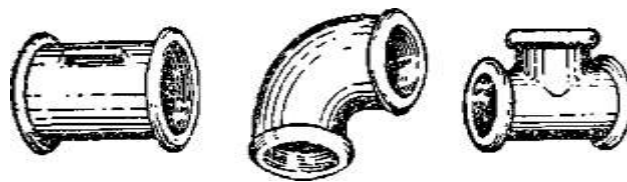


Рис. 4.9 – Упрощенное изображение резьбовых соединений



Муфта Угольник Тройник
Рис. 4.10 – Трубная арматура (фитинги)

Прежде чем приступить к изображению трубных соединений, необходимо по соответствующему стандарту, по значению диаметра условного прохода D_y определить размеры соединительных деталей и труб. Если чертёж трубного соединения выполняют как конструктивный, то вычерчивают все элементы соединительных частей – буртики, рёбра, фаски и т. д. На рис. 4.11 показан пример изображения трубного соединения, выполненный муфтой.

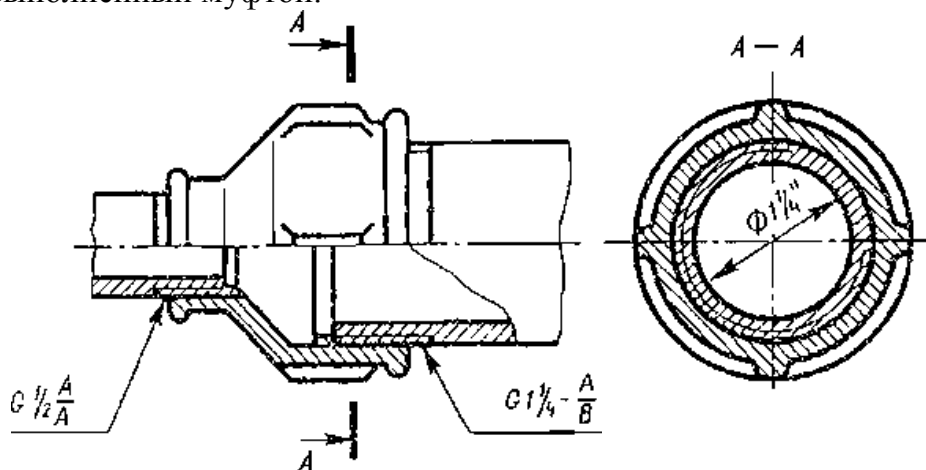


Рис. 4.11 – Соединение муфтой

4.2. Сварные соединения

Сварка является основным способом получения неразъемных соединений в машиностроении. Сваркой называют процесс получения неразъёмных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми деталями, при их местном или общем нагреве или пластическом деформировании.

Существует несколько видов сварки. Наибольшее распространение получила дуговая электросварка, которая состоит в том, что место сварки двух деталей расплавляется до жидкого состояния электрической дугой и при этом добавляется расплавленный металл электрода или проволоки. После остывания расплавленного металла в месте соединения двух деталей образуется сварной шов.

ГОСТ 2601-74 устанавливает терминологию для всех видов сварки, ГОСТ 2.312-72 – условные изображения и обозначения швов сварных соединений.

Различают следующие виды сварных соединений (рис. 4.12):

- стыковое;
- тавровое;
- угловое;
- нахлесточное.

Сварные швы классифицируются по протяженности на непрерывные, прерывистые и точечные.

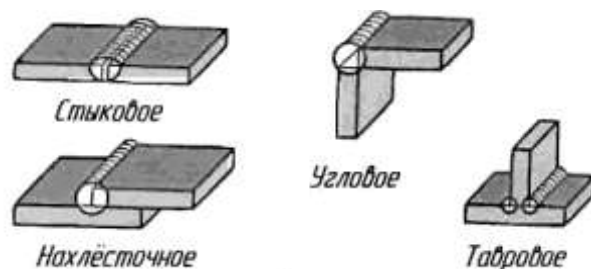


Рис 4.12 – Сварные соединения

Швы могут быть односторонними и двусторонними. Характер выполнения шва зависит от толщины свариваемых деталей.

На чертежах видимый шов сварного соединения изображают сплошной основной линией (рис.4.13), невидимый шов – штриховой линией.

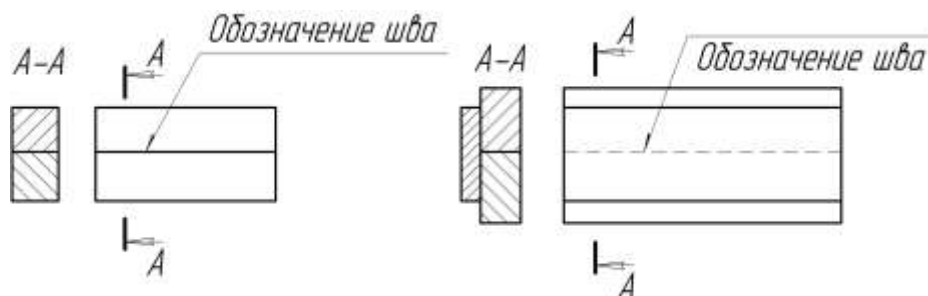


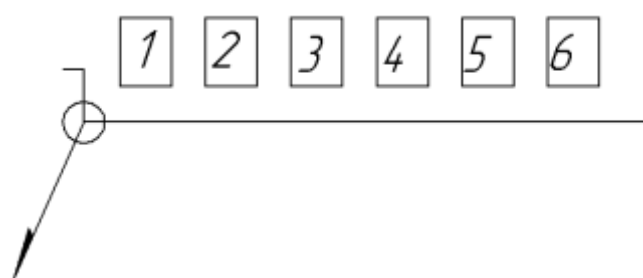
Рис. 4.13 – Изображение видимости сврного шва

Для указания места расположения шва сварного соединения применяют линию-выноску с односторонней стрелкой, которая выполняется сплошной тонкой линией. Наклон линии-выноски к линии шва рекомендуется выполнять под углом 30...60°. Линия-выноска заканчивается горизонтальной полкой, на которой проставляются обозначения шва сварного соединения.

В сварных соединениях различают лицевую и обратную сторону шва. За лицевую сторону одностороннего шва принимают сторону, с которой производят сварку. За лицевую сторону двустороннего шва с несимметрично подготовленными кромками деталей принимают сторону, с которой производят сварку основного шва, а с симметрично подготовленными кромками – любую сторону.

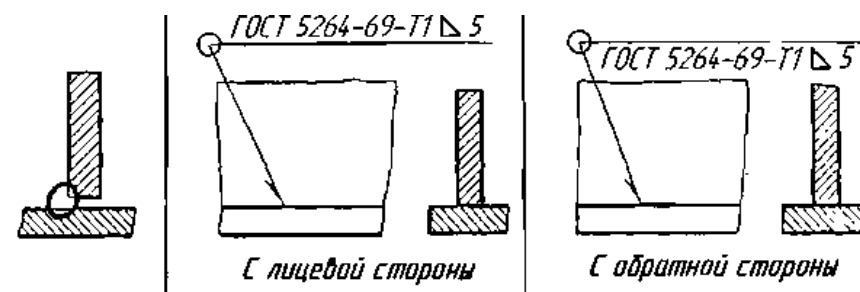
Условное обозначение шва наносят на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны или под полкой линии-выноски, проводимой от обратной стороны.

Рис. 4.14 – Структура обозначения сварного шва



1 - обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов; 2 - буквенно-цифровое обозначение шва; 3 - условное обозначение способа сварки; 4 - знак и размер катета; 5 - размер длины привариваемого участка, знаки расположения швов, если швы прерывистые, и т.п.; 6 - вспомогательные знаки

Структура условного обозначения стандартного шва для ручной дуговой сварки приведена на рис.4.14. Вспомогательные знаки показаны на рис.4.17.



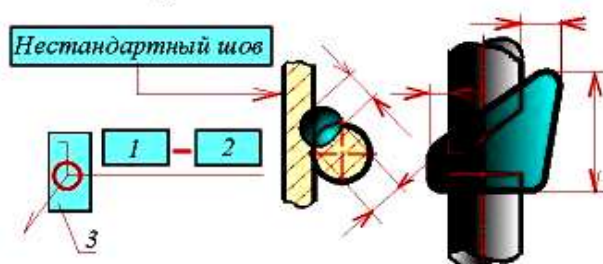
Шов таевого соединения без скоса кромок, односторонний, выполняемый электродуговой ручной сваркой по замкнутой линии, катет шва 5мм

Рис. 4.16 – Пример условного обозначения шва по соответствующему стандарту

СТАНДАРТЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

ГОСТ	НАИМЕНОВАНИЕ
5264-80	Ручная дуговая сварка. Соединения сварные
8713-79	Сварка под слоем флюса. Соединения сварные
11533-75	Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами
11534-75	Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами.
13518-79	Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами.
14771-76	Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные.
14806-80	Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные.
15164-78	Электрошлаковая сварка. Соединения сварные.
15878-79	Контактная сварка. Соединения сварные.
16310-80	Соединения сварные из полиэтилена, полипропилена и винилпласта.
23792-79	Соединения контактные электрические сварные.

УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ШВОВ С НЕСТАНДАРТНОЙ ФОРМОЙ И РАЗМЕРАМИ



1. Для прерывистого шва - размер длины провариваемого участка, знак / (для цепного шва) или Z (для шахматного шва) и размер шага.

Для одиночной сварной точки - размер расчетного диаметра точки.

Для шва контактной точечной сварки или электрозащепного - размер расчетного диаметра точки или электрозащепки, знак / или Z и размер шага.

Для шва контактной роликовой сварки - размер расчетной ширины шва.

Для прерывистого шва контактной роликовой сварки - размер расчетной ширины шва, знак умножения, размер длины провариваемого участка, знак / и размер шага.

2,3 Вспомогательные знаки:

1 - шов по незамкнутой линии;

2 - наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу;

3 - усиление шва снять

4 - шов по замкнутой линии (диаметр знака 3...5 мм);

5 - шов выполнить при монтаже изделия.

Рис. 4.17 – Стандарты сварных соединений

ЛЕКЦИЯ 5. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ

- 5.1. Изображение типовых элементов деталей
- 5.2. Обозначение шероховатости поверхностей
- 5.3. Обозначение материалов и технических требований
- 5.4. Эскизирование деталей с натуры

Выполнение рабочих чертежей деталей

Рабочий чертёж детали – конструкторский графический документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для её изготовления и контроля.

Основные требования к выполнению чертежей деталей определены в ГОСТ 2.109-73, в соответствии с которым каждая деталь выполняется на отдельном формате. Поле чертежа должно быть заполнено изображениями и надписями на 70...80 %.

Рабочий чертёж детали должен содержать:

- минимальное, но достаточное число изображений, включая виды, разрезы, сечения, выносные элементы, полностью раскрывающих конструкцию детали;
- необходимые размеры;
- требования к шероховатости поверхностей;
- сведения о материале, термической обработке, покрытиях;
- технические требования.

5.1. Изображение типовых элементов деталей

При конструировании многих деталей широко используют типовые элементы, такие, как фаски, проточки, канавки, шпоночные пазы и т. д. Подобные элементы имеют стандартные формы и размеры. Многие из них на чертежах деталей изображаются упрощённо или условно. Для точной передачи формы и простановки размеров иногда их выполняют в увеличенном масштабе.

Фаски – конические или плоские узкие срезы (притупления) острых кромок деталей. Фаски применяют для облегчения процесса сборки, предохранения рук от порезов, придания изделиям эстетического вида.

Изображения и нанесение размеров фасок на поверхностях вращения и граничных поверхностях показано на рис.5.1.

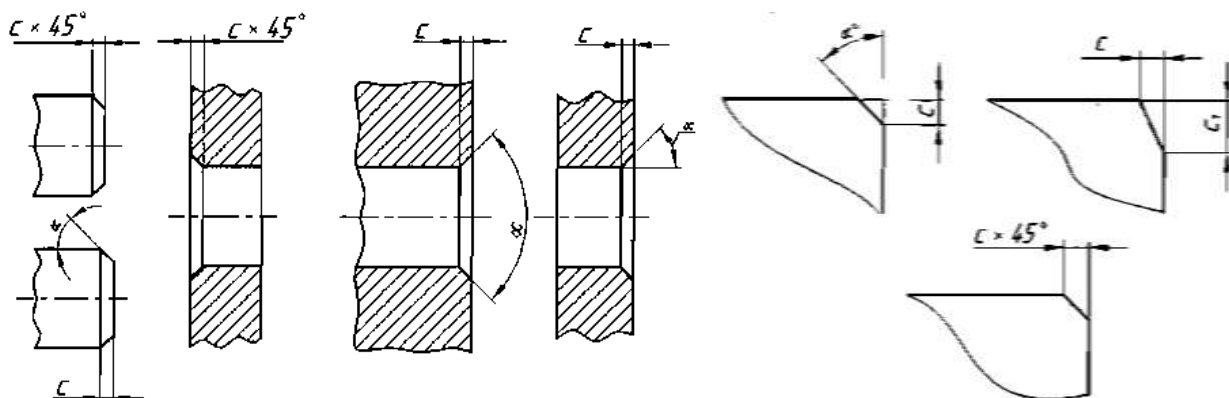


Рис. 5.1 – Изображение фасок

Шпоночные пазы изображают всегда в двух видах. На рис.5.2 показаны изображения паза под призматическую шпонку на валу и на втулке, а также изображения паза под сегментную шпонку,

Линию пересечения боковых стенок с поверхностью вала заменяют на изображении проекцией крайней образующей вала. Допускается не наносить на чертеже размеры радиуса дуги окружности паза под призматическую шпонку.

Канавки под утотнительные кольца из фетра и войлока выполняют по ГОСТ 1 1641-73. Размеры трапецевидного профиля канавки рекомендуется наносить на выносном элементе в увеличенном масштабе (рис.5.3).

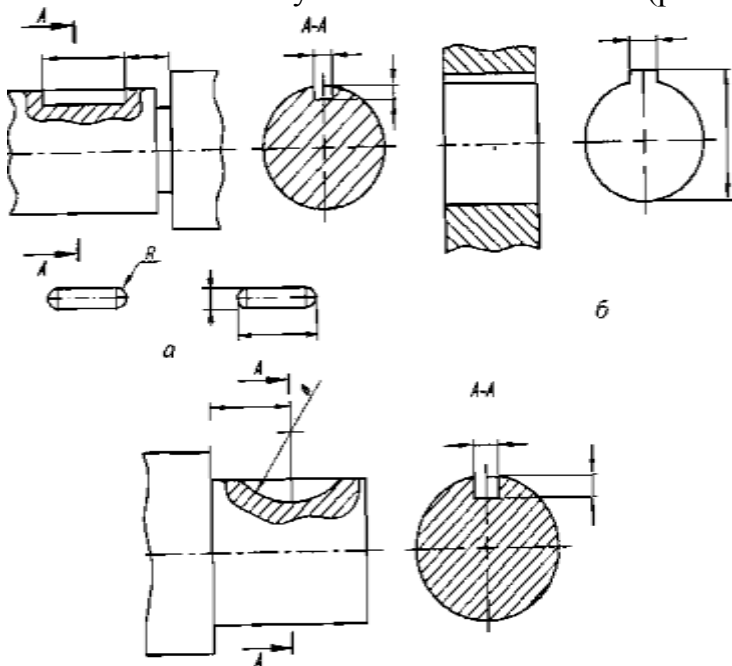


Рис. 5.2 – Изображение паза под призматическую шпонку

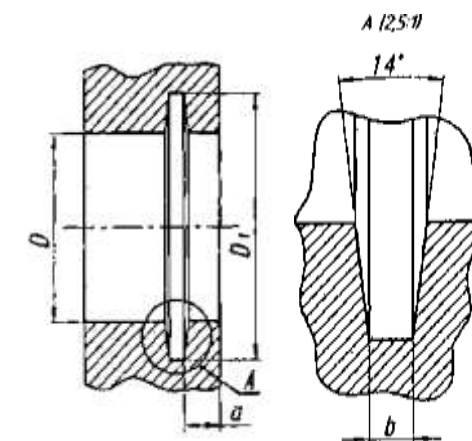


Рис. 5.3 – Изображение канавки под уплотнительные кольца

Рифления наносят с целью предотвращения проскальзывания пальцев руки при вращении детали. На чертеже их изображают как показано на рис.5.4 и согласно ГОСТ 21474-75 указывают тип рифления (прямое или сетчатое) и его шаг.

Бобышки (приливы) у литых деталей (рис.5.5) облегчают обработку опорных поверхностей под головки болтов, гаек и т. п. Размеры бобышек устанавливает ГОСТ 12876-67.

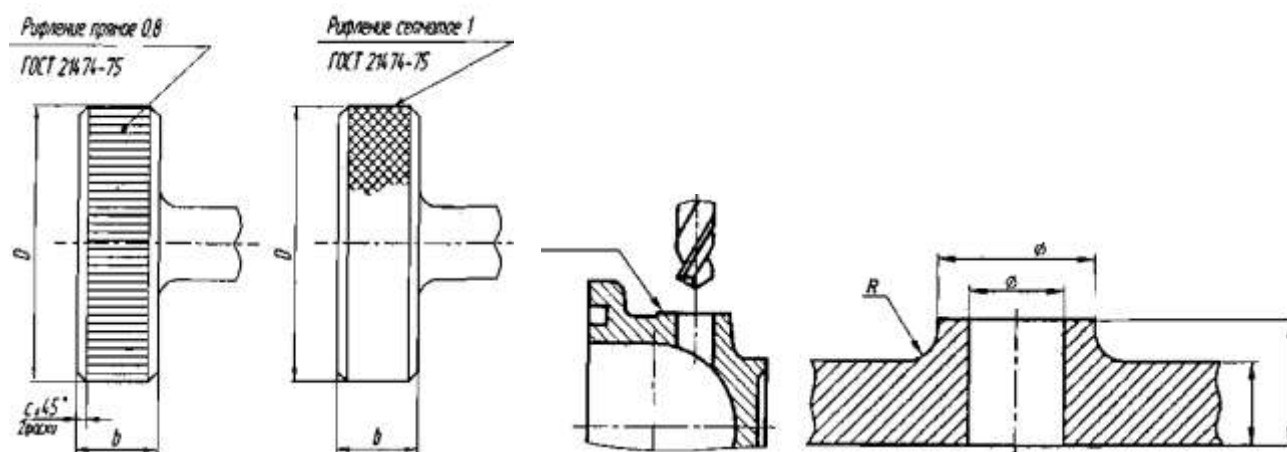


Рис. 5.4 – Изображение рифлений

Рис. 5.5 – Изображение бобышки в литой детали

Детали, для изготовления которых требуется токарная обработка (тела вращения), рекомендуется располагать горизонтально, т.е. основная надпись чертежа должна быть расположена параллельно ее геометрической оси (рис.5.6). При этом в правую сторону следует направить тот конец детали, который дает наиболее удобное по-

ложение детали для ее обработки, а больший габарит ее изображения располагать по направлению большей стороны поля чертежа.

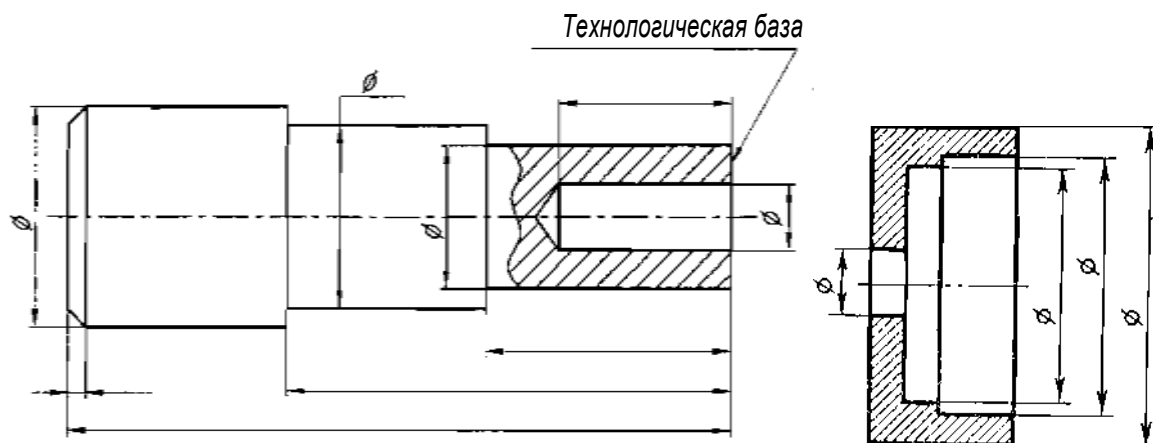


Рис. 5.6 – Расположение детали при токарной обработке

При наличии на детали внутренних расточек главный вид, на котором выполнен фронтальный разрез, следует располагать так, чтобы наибольший диаметр расточки был расположен справа.

5.2. Обозначение шероховатости поверхностей

Шероховатость поверхности – это совокупность неровностей с относительно малыми шагами, образующих рельеф поверхности детали и рассматриваемых в пределах базовой длины. Термины и определения шероховатости поверхности приведены в ГОСТ 25142-82.

ГОСТ 2789-73 устанавливает номенклатуру, параметры и характеристики шероховатостей, а ГОСТ 2.309-73 – обозначения шероховатости поверхностей на чертежах.



Высотные параметры шероховатости

$$R_a \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i| \quad \text{среднее арифметическое отклонение профиля}$$

$$R_a \approx \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx;$$

$$R_t \approx \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n |H_{i \max}| + \sum_{i=1}^n |H_{i \min}| \right) \quad \text{высота неровностей профиля по 10 точкам}$$

$$R_z \approx \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n h_{i \max} - \sum_{i=1}^n h_{i \min} \right);$$

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i; \quad S = \frac{l}{N-1} \quad \text{средний шаг неровностей профиля по вершинам, где: } N - \text{число максимумов профиля}$$

Шаговые параметры шероховатости $S_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_m; S_m = \frac{2l_0}{k-1}$ – средний шаг неровностей профиля по средней линии, где: k – число нулей профиля; $l_0 \leq l$

l_0 – длина отрезка средней линии в пределах базовой длины, ограниченная первым и последним нечетным пересечением профиля по средней линии

Высотно-шаговый параметр шероховатостей

$$t_p = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^n b_i \quad (\text{в процентах}) - \text{относительная опорная длина профиля}$$

Рис. 5.7 – Параметры шероховатости поверхностей

Требования к шероховатости поверхности устанавливают одним или несколькими параметрами, когда это необходимо для обеспечения эксплуатационных свойств поверхности. Установлены числовые значения для следующих параметров, определяющих шероховатость поверхностей:

- Ra – среднее арифметическое отклонение профиля;
- Rz – высота неровностей профиля по десяти точкам.

При указании на чертежах параметр Ra является предпочтительным.

Шероховатость поверхностей обозначается знаками, изображенными на рис. 5.8. Высота знака h должна быть приблизительно равна высоте цифр размерных чисел. Высота H равна $(1,5...5)h$. Толщина линий знаков приблизительно равна половине толщины основной линии, применяемой на чертеже.

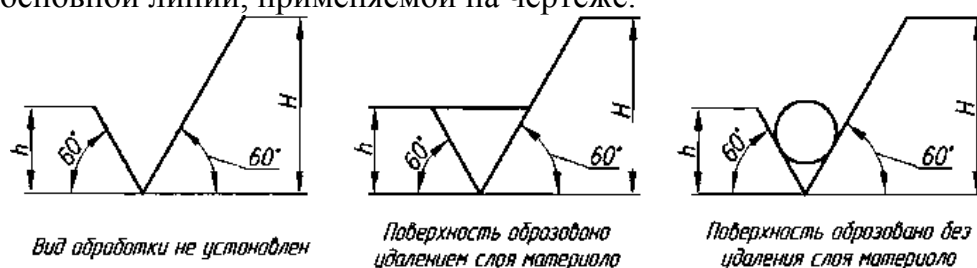


Рис. 5.8 – Знаки для обозначения шероховатости поверхности

Структура обозначения шероховатости поверхности на чертежах приведена на рис.5.9.

Обозначение шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях видимого контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерным линиям)" или на полках линий-выносок. Допускается при недостатке места располагать обозначения шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, а также разрывать выносную линию (рис.5.10).

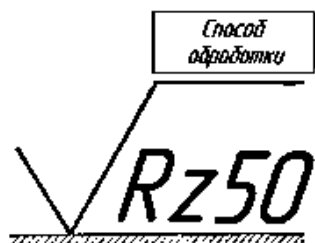


Рис. 5.9 – Структура обозначения шероховатости на чертеже

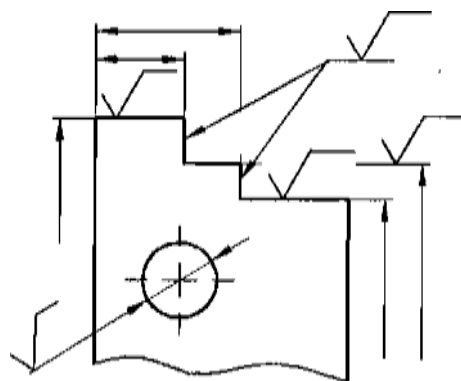


Рис. 5.10 – Обозначение шероховатости поверхности на детали

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей детали обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображение не наносят (рис.5.11). Размеры и толщина линий знака, выносимого в правый верхний угол чертежа, должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, нанесённых на изображение.

При указании одинаковой шероховатости для части поверхностей изделия в правом верхнем углу чертежа помещают обозначение одинаковой шероховатости и знак шероховатости, заключённый в скобки. Это означает, что все поверхности, на которых не нанесены обозначения, должны иметь шероховатость, указанную перед

знаком в скобках (рис.5.12). Размеры знака, взятого в скобки и обозначающего «остальное», должны быть одинаковы с размерами знаков, нанесённых на изображении.

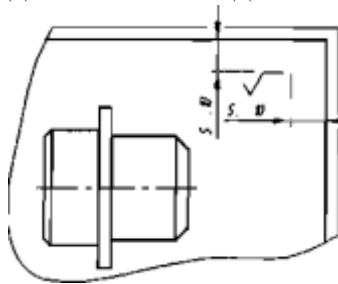


Рис. 5.11 – Обозначение одинаковой шерховатости

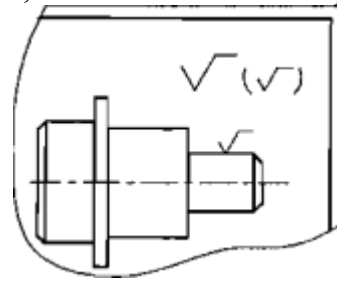


Рис. 5.12 – Обозначение одинаковой шерховатости для части поверхностей

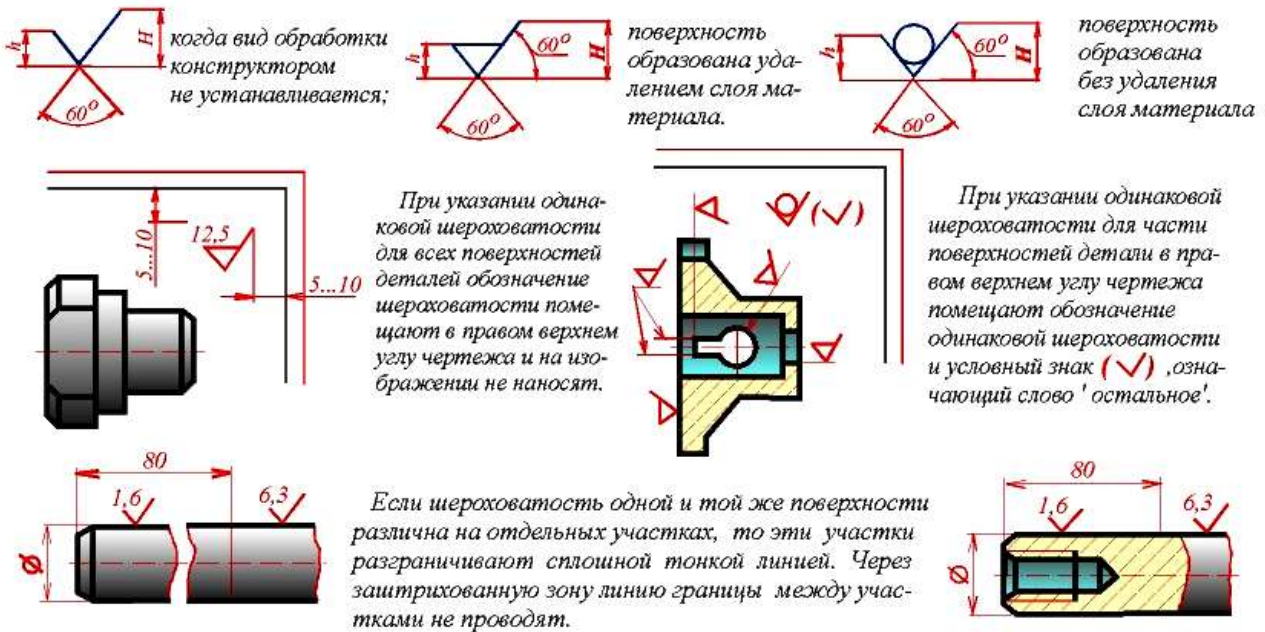


Рис. 5.13 – Знаки обозначения шерховатости

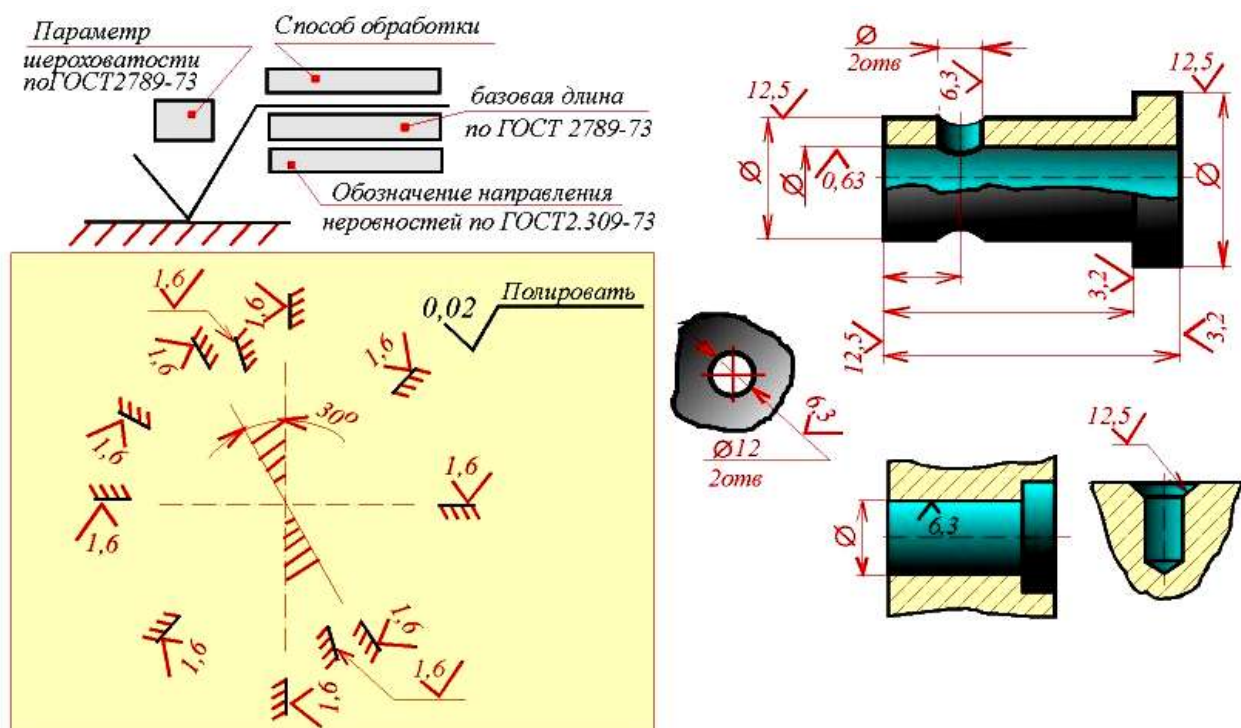


Рис. 5.14 – Простановка знаков шерховатости

5.3. Обозначение материалов и технических требований

В машиностроении и других отраслях промышленности применяется большое количество различных материалов: сталь, чугун, цветные металлы, пластмассы и т.п. В зависимости от химического состава и технологии производства качественная характеристика одного и того же вида материала может быть различной. Стандарты на материалы устанавливают сорта и их разновидности, марки и другие характеристики.

Требования к материалу, из которого должна быть изготовлена деталь, указывают на рабочем чертеже детали в виде условного обозначения, которое записывают в графе "Материал" основной надписи. Для деталей сборочных единиц, на которые не выполняются отдельные рабочие чертежи, условное обозначение материала проставляют в спецификации под наименованиями детали.

Если в конструкции детали не предусмотрено использование сортового материала определенного профиля, т.е. полосы, ленты, листы, проволока и т.п., то условное обозначение материала содержит только его качественную характеристику. Например:

Сталь 25 ГОСТ 1050 – 88, что означает сталь с содержанием углерода 0,25 процента.

Если деталь, исходя из предъявляемых к ней конструктивных требований, должна быть изготовлена из сортового материала определенного профиля, то условное обозначение материала содержит как его качественную характеристику, так и сведения о профиле. Например, для детали, изготавливаемой из прутка квадратного сечения с размером стороны 40 мм, требования к профилю которого определены ГОСТ 2591 – 74, выполненного из стали марки 25, состав которой определен ГОСТ 1050 – 88, условное обозначение материала имеет вид: Квадрат $\frac{40 \text{ ГОСТ } 2591 - 71}{25 \text{ ГОСТ } 1050 - 88}$

Отливки из серого чугуна (ГОСТ 1412 – 85)

С учетом предела прочности при растяжении устанавливается следующая классификация отливок серого чугуна по маркам: СЧ 00; СЧ 15; СЧ 20; СЧ 25; СЧ 30; СЧ 35; СЧ 40; СЧ 45.

Назначение некоторых марок:

СЧ 00 – неответственное литье (крышки, патрубки, кронштейны и т.п.).

СЧ 15 – отливки со стенками средней толщины (корпуса больших подшипников, зубчатые и червячные колеса, втулки, подставки, шкивы, основания станков и т.п.).

СЧ 20 – кожухи, корпуса, крышки, подшипники, втулки и т.п.

СЧ 25 – особо ответственные отливки (арматура и детали аппаратов и машин, зубчатые колеса, выхлопные трубы для авиационных двигателей, поршневые кольца, корпуса, крышки подшипников и т.п.).

СЧ 30 – отливки особо сложной конфигурации с резкими переходами при толщине сечений 6...8 мм (поршневые кольца, клапаны, кулачки и т.п.).

Пример условного обозначения:

СЧ 15 ГОСТ 1412 – 85.

Отливки из ковкого чугуна (ГОСТ 1215 – 79)

В зависимости от величин предела прочности при растяжении (первая цифра) и относительного удлинения (вторая цифра) ковкий чугун имеет следующие марки: КЧ 37-12, КЧ 35-10, КЧ 33-8, КЧ 30-6 и т.п.

Примерное назначение – части арматуры, соединительные части труб, рычаги, рукоятки, пластинчатые цепи, шкивы, кулачки, гайки-барашки, контргайки.

Пример условного обозначения:

КЧ 35-10 ГОСТ 1215 – 79

Сталь углеродистая обыкновенного качества ГОСТ 380 – 88

Сталь изготавливается в мартеновских печах (спокойная – сп, кипящая – кп, полуспокойная – пс) и в бессемеровских конверторах (спокойная и кипящая). В зависимости от назначения сталь подразделяется на три группы:

А – поставляемую по механическим свойствам;

Б – поставляемую по химическому составу;

В – поставляемую по механическим свойствам и химическому составу.

Марки стали группы А, имеющей категории 1, 2, 3 – Ст.0, Ст.2, Ст.3, Ст.4, Ст.5, Ст.6.

Марки стали группы Б, имеющей категории 1, 2 – БСт.0, БСт.1, БСт.2, БСт.3, БСт.4, БСт.5, БСт.6. Марки стали группы В, имеющей категории 1, 2, 3, 4, 5, 6 – ВСт.2, ВСт.3, ВСт.4, ВСт.5.

Назначение – детали, работающие с малой нагрузкой, без трения (кожухи, крышки, прокладки, неотчетственные крепежные изделия).

Пример условного обозначения: Ст.3 ГОСТ 380 – 88 – сталь с порядковым номером 3 по указанному стандарту.

Сталь углеродистая качественная конструкционная (ГОСТ 1050 – 88)

Сталь изготавливается в мартеновских и электрических печах (спокойная, кипящая и полуспокойная).

Марки стали углеродистой качественной конструкционной по ГОСТ 1050 – 88: 08кп; 08; 10кп; 10; 15кп; 15; 20кп; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60.

Пример условного обозначения: Сталь 45 ГОСТ 1050 – 88

- содержит углерода 0,45 процента.

Назначение некоторых марок стали

Сталь марок 10, 15 – крепежные детали (болты, гайки, винты, заклепки); детали, подвергающиеся трению при малых напряжениях (оси, валики, пальцы и т.п.); грузоподъемные кованые крюки и т.п.

Сталь марок 25, 30 – неотчетственные поковки, приводные валы, поршни, оси, штоки, зубчатые колеса и т.п.

Сталь марок 45, 50 – ответственные поковки, коленчатые валы, поршни, рукоятки и т.п.

Сталь 50 – пружины спиральные, диски шлицевые, зубчатые колеса и т.п.

Сталь 60 – пружины спиральные из холоднотянутой проволоки, пружинные шайбы, упорные кольца и т.п.

Сталь легированная конструкционная (ГОСТ 4543 – 71)

В зависимости от химического состава и свойств сталь делится на три категории: качественная, высококачественная (А) и особо высококачественная (Ш).

По видам обработки прокат делится на горячекатаный, кованый, калиброванный и со специальной отделкой поверхности. В зависимости от качества поверхности прокат делится на группы 1, 2, 3. Марки стали первой категории – 20Х, 30Х, 35Х, 40Х, 45Х, 50Х, 35ХМ, 30ХГС, 18ХГ, 20ХН, 40ХН, 45ХН, 50ХН.

Марки стали второй категории – 30ХНА, 20ХГСА, 30ХНЗА, 40ХГНВА и др.

Двузначное число указывает на среднее содержание углерода в сотых долях процента.

Буквы правее цифр обозначают содержание легирующего элемента: Х – хром, Г – марганец, М – молибден, Н – никель, В – вольфрам, Ф – ванадий, Ю – алюминий, Т – титан, С – кремний. Цифры после букв указывают на процент содержания соответствующего элемента в целых единицах (при отсутствии цифр – до 1,5 процента).

Пример условного обозначения: Сталь 40ХН ГОСТ 4543 – 71 - содержит углерода 0,40 процента, легирована хромом и никелем с содержанием до 1 процента каждого.

Назначение некоторых марок стали

Сталь 20Х – цементуемые детали: кулачковые муфты, коленчатые валы, конические зубчатые колеса и т.п.

Сталь 40Х и 45Х – детали с большой износостойкостью: зубчатые колеса коробок скоростей, рессоры и т.п.

Сталь 40ХН – термически обрабатываемые детали: коленчатые валы, шлицевые валики, цепные звенья, зубчатые колеса и т.п.

Сталь 20ХН3А – термически обрабатываемые детали, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях.

Сталь высоколегированная коррозионностойкая, жаростойкая и жаропрочная (ГОСТ 5632 – 72)

Сталь 20Х13 ГОСТ 5632 – 72, содержащая углерода 0,20 процента и хрома 13 процентов, применяется для деталей котельных установок, труб, деталей печной арматуры, газопроводных систем.

Сталь 13Х14Н3В2ФР ГОСТ 5632 – 72 применяется для высоконагруженных деталей (клапаны, трубы и т.п.), работающих в условиях повышенной влажности.

Сталь 12Х18Н9, содержащая углерода 0,12 процента, хрома 18 процентов, никеля 9 процентов, применяется для деталей выхлопных систем, камер сгорания, лопаток турбин.

Сталь листовая

Пример условного обозначения: Лист х / к $\frac{Б1,0 \text{ ГОСТ } 19904 - 74}{20 \text{ ГОСТ } 1050 - 85}$ - холоднокатаный

лист с требованиями к прокату по ГОСТ 19904 – 74, толщиной 1 мм, с допуском по толщине по классу точности Б, изготавливаемый из стали марки 20 по ГОСТ 1050 – 88.

Сталь листовая применяется для деталей, получаемых штамповкой, вырубкой при толщине 0,5...5 мм.

Отливки из конструкционной нелегированной стали (ГОСТ 977 – 88)

Отливки по качественным показателям делятся на три группы:

I – обычного назначения и качества;

II – ответственного назначения и повышенного качества;

III – особо ответственного назначения и особого качества.

В зависимости от содержания углерода в стали и ее механических свойств отливки каждой группы различаются по маркам: 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л, 50Л, 55Л.

Примерное назначение

Сталь марок 15Л, 20Л, 25Л применяется для рам, кронштейнов, колонок и т.п.

Сталь марок 30Л, 35Л применяется для зубчатых колес, стаканов для пружин, вилок и т.п.

Сталь 40Л, 45Л применяется для зубчатых колес, работающих в тяжелых эксплуатационных условиях и т.п.

Сталь марок 50Л, 55Л применяется для фасонных отливок с повышенным сопротивлением истиранию.

Пример условного обозначения: Отливка 25Л-II ГОСТ 977 – 88 – отливка из литейной (Л) стали 25 повышенного качества (II).

Проволока стальная углеродистая пружинная (ГОСТ 9389 – 75)

Применяется для пружин, стопорных колец; диаметр проволоки от 0,14 до 8 мм.

Пример условного обозначения: Проволока I – 1,0 ГОСТ 9389 – 75 – проволока пружинная, класс прочности I, диаметр 1 мм.

Цветные металлы

Латунь литейная - сплав меди с цинком.

Марки: ЛЦ40С; ЛЦ40Мц1,5; ЛЦ30А3 и т.д.

Условное обозначение: ЛЦ40С ГОСТ 17711 – 80

- содержит цинка 40 процентов, свинца 1 процент, остальное – медь.

Применяется латунь литейная для фасонного литья: втулок, зубчатых колес; для коррозионностойких деталей: корпусов, кранов, арматуры.

Прутки латунные.

Марки при задании качественной характеристики: Л63, ЛС59-І, ЛС63-3, ЛЖ58-І-І и т.д.

Условное обозначение: Л63 ГОСТ 15527 – 70

При задании материала по сортаменту:

Пруток ДКРНТ12ЛС63 – 3 ГОСТ 2060 – 73

– прутки вытянутый (Д), круглый (КР), нормальной точности изготовления (Н), твердый (Т), диаметра 12 мм из латуни ЛС63 – 3.

Для шестигранного прутка вместо КР указывается ШГ, для квадратного КВ и диаметр описанной окружности.

Прутки латунные применяются для деталей, получаемых механической (преимущественно токарной) обработкой; диаметр прутков от 3 до 50 мм.

Ленты латунные.

Применяются для шайб, лепестков, перемычек, гнезд, контактов, стаканов и других деталей, получаемых штамповкой.

Толщина ленты 0,05...2,0 мм, ширина 10...600 мм.

Пример обозначения на чертеже:

Лента ДПРНП 0,50 x 20 ЛМц 58 – 2 ГОСТ 2208 – 75

- лента холоднокатаная деформированная (Д), прямоугольного сечения (ПР), нормальной точности (Н), полутвердая (П), толщиной 0,50 мм, шириной 20 мм из латуни марки ЛМЦ58 – 2.

Проволока латунная.

Применяется для контактов, пружин, диаметр проволоки 0,10...10 мм.

Пример обозначения на чертеже: Проволока ДКРНТ 0,30 Л80 ГОСТ 1066 – 80 - проволока холоднотянутая (Д), круглого сечения (КР), нормальной точности (Н), твердая (Т), из латуни Л80.

Бронзы.

Применяются для арматуры (корпуса и детали кранов), антифрикционных деталей (втулки подшипников, венцы зубчатых и червячных колес).

Марки бронз устанавливают следующие стандарты:

ГОСТ 613 – 79 – бронзы оловянные литейные: БрОЗЦ12С5, БрО4Ц7С5 и др.

ГОСТ 493 – 79 – бронзы безоловянные: БрА9ЖЗЛ, БрА10Мц2Л и др.

ГОСТ 18175 – 78 – бронзы безоловянные, обрабатываемые давлением: БрА5, БрАМц9-2, БрАЖ9-4 и др.

Пример обозначения на чертеже: Бр ОЗЦ12С5 ГОСТ 613 – 79 – содержит олова (О) 3 процента, цинка (Ц) 12 процентов, свинца (С) 5 процентов, остальное – медь.

Прутки бронзовые.

Применяются для таких же деталей, что и латунные прутки.

Пример обозначения на чертеже:

БрАМц9-2 ГОСТ 1628 – 78

- содержит алюминия 9 процентов, марганца 2 процента.

Другие марки: БрАЖ9-4; БрКМц3-1.

Лента из алюминиевой бронзы для пружин.

Применяется для упругих элементов, пружин; толщина ленты 0,10...2,0 мм, ширина 10...300 мм

Пример обозначения на чертеже:

Лента ДПРНТ 0,3БрА7 ГОСТ 1048 – 79

– лента толщиной 0,3 мм из бронзы марки БрА7, остальное – см. "Ленты латунные"

Проволока из бронзы.

Применяется для пружин, упругих элементов; диаметр проволоки 0,10...10 мм.

Пример обозначения на чертеже:

Проволока БрКМц3 – 1 0,50 ГОСТ 5222 – 72

- проволока из бронзы БрКМц3-1 диаметром 0,50 мм

Сплавы алюминиевые литейные

Применяются для корпусных деталей, кронштейнов, фланцев, крышек.

Пример обозначения на чертеже:

АЛ7 ГОСТ 2685 – 75 – цифра – порядковый номер сплава по указанному стандарту.

Другие марки: АЛ2, АЛ4; АЛ10В и т.д.

Ленты и листы из алюминия и его сплавов

Применяются для деталей, требующих глубокой вытяжки: каркасы, шасси, стаканы, экраны; толщина 0,3...10 мм, ширина ленты 40...1800 мм.

Пример обозначения на чертеже:

Лента Д16 ГОСТ 13726 – 78 – лента из алюминиевого сплава Д16 толщиной 2 мм.

Лист АД1М2 ГОСТ 21631 – 76 – лист из сплава АД1, мягкий, толщиной 2 мм.

Пруток из алюминия и его сплавов

Применяется для таких же деталей, что и латунные прутки.

Пример обозначения на чертеже:

Пруток Д16МКр50 ГОСТ 21488 – 76 – прутки из сплава Д16, мягкий М, круглый КР, диаметром 50 мм.

Выпускают также квадратные (КВ) и шестигранные (ШГ) прутки, обозначаемые по диаметру описанной окружности.

Сплавы магниевые литейные

Применяются для нагруженных деталей двигателей, летательных аппаратов, приборов.

Пример обозначения на чертеже:

Магний МЛ5 ГОСТ 2856 – 79

Прутки медные

Применяются как проводники тока и для деталей токопроводов, теплопроводов.

Пример обозначения на чертеже:

Медь М1 ГОСТ 859 – 78 – при задании качественной характеристики материала.

Пруток ДКРНТ 10М1 ГОСТ 1535 – 71 – при задании сортамента.

Расшифровка – см. "Прутки латунные"

Лента медная

Применяется для электрических контактов, получаемых штамповкой, для токопроводящих и теплопроводящих элементов; толщина ленты 0,05...2 мм, ширина 10...600 мм.

Пример обозначения на чертеже:

Лента ДПРНМ 0,10 М2 ГОСТ 1173 – 77

– лента холоднокатаная (Д), прямоугольного сечения (ПР), нормальной точности (Н), мягкая (М), толщиной 0,10 мм, из меди марки М2.

Проволока медная круглая электротехническая

Применяется для контактов и проводов; диаметр проволоки 0,02...10 мм

Пример обозначения на чертеже:

Проволока ММ-1,5 ГОСТ 2112 – 79 – проволока медная (М), мягкая (М) диаметром 1,5 мм.

Серебро

Применяется как материал покрытий и для контактов реле.

Пример обозначения на чертеже:

Ср 999 ГОСТ 6836 – 80 – серебро с содержанием примесей не выше 0,1 процента.

Полосы из серебра

Применяются для контактов реле, получаемых листовой штамповкой; толщина полосы 0,1...10 мм, ширина 50...250 мм.

Пример обозначения на чертеже:

Полоса СрМ875 Т1 ГОСТ 7221 – 80 – полоса из сплава марки СрМ875, твердая (Т), толщиной 1 мм.

Припой серебряные

Применяются для пайки разнородных материалов, цветных металлов и сталей.

Пример обозначения на чертеже:

Припой П Ср72 ГОСТ 19738 – 74 – содержит серебра 72 процента, остальное – медь.

Припой оловянно-свинцовистые

Применяются для лужения и пайки электро- и радиоаппаратуры, точных приборов.

Пример обозначения на чертеже:

Припой ПОС-61 ГОСТ 21930 – 76 – содержит олова 61 процент, остальное – свинец.

Припой медно-цинковые

Применяются для пайки контактов с основой.

Пример обозначения на чертеже:

Припой ПМЦ-36 ГОСТ 21137 – 78 – содержит меди 36 процентов, остальное – цинк.

Неметаллические материалы

Фенопласт

Применяется для ручек управления, кнопок, маховиков, корпусов приборов, штепсельных розеток, колодок, ламповых панелей, патронов.

Пример обозначения на чертеже:

Фенопласт Э5-101-30 коричневый ГОСТ 5689 – 79 – фенопласт электроизоляционной группы (Э5), тип смолы 101, тип наполнителя 30 (цвет в зависимости от красителя может быть любым).

Прессовочный материал

Применяется для деталей приборов повышенной прочности.

Пример обозначения на чертеже:

Прессматериал АГ-4В белый, ГОСТ 20437 – 75 (цвет любой, указывается при необходимости).

Текстолит

Применяется для шестеренок, втулок, подшипников скольжения, прокладок; толщина листов 0,5...100 мм.

Пример обозначения на чертеже:

Текстолит ПТК, сорт 1 ГОСТ 5 – 78 – текстолит листовой, толщиной 5 мм.

Для электроизоляционного материала (изоляторы, прокладки) применяют: Текстолит А2 ГОСТ 2910 – 74 – текстолит марки А, листовой, толщиной 2,0 мм.

Материалы керамические электротехнические

Применяются для оснований приборов, деталей изоляторов низкочастотной (до 100 Гц) аппаратуры.

Пример обозначения на чертеже:

Материал керамический 100 ГОСТ 20419 – 83 – материал группы 100 (фарфор).

Материалы керамические радиотехнические

Применяются для корпусов конденсаторов, панелей радиоламп, трубок, оснований и т.п.

Пример обозначения на чертеже:

Материал керамический ИВ-4 ГОСТ 5458 – 75

Аминопласты

Применяются для изготовления горячим прессованием изделий бытового технического и электротехнического назначения.

Пример обозначения на чертеже:

Аминопласт МФВ2, сорт 1, голубой ГОСТ 9359 – 80

Сополимеры полиамида литые

Применяются для изготовления литьем под давлением изделий конструкционного назначения в электротехнической промышленности, приборостроении, как заменитель цветных металлов.

Пример обозначения на чертеже:

Сополимер полиамида АК85/15 ГОСТ 19459 – 74 – цвет от белого до светло-желтого может быть указан в технических условиях.

Трубки из поливинилхлоридного пластика

Применяются для защиты и изоляции проводов, кабелей.

Пример обозначения на чертеже:

Трубка 305 ТВ-40,4 х 1,2 красная ГОСТ 19034 – 82 – трубка из пластика типа 305, внутренним диаметром 4 мм, толщиной стенки 1,2 мм.

Фторопласт – 4

Применяется для изделий, стойких к сильным, агрессивным средам, с высокими диэлектрическими свойствами (пластины, диски, фланцы, стаканы и т.п.)

Пример обозначения на чертеже:

Фторопласт 4П ГОСТ 10007 – 80 – фторопласт-4 марки П для электроизоляционных изделий.

Марка 0 – для общего назначения.

Фибра

Применяется для изготовления изоляторов, изоляционных прокладок; толщина листов 0,6...30,0 мм

Пример обозначения на чертеже:

Фибра ФЭ 0,8 ГОСТ 14613 – 83 – фибра электротехническая толщиной 0,8 мм.

Резина для трансформаторов

Применяется для различных неподвижных уплотнений в трансформаторах и других электротехнических устройствах; толщина листа 2...16 мм.

Пример обозначения на чертеже:

Резина МТМ лист 4 ГОСТ 12855-77 – резина морозо- и термостойкая, листовая толщиной 4 мм.

Клей синтетический

Клей БФ2 ГОСТ 12172 – 74 – для склеивания пластмасс и других неметаллов, металлов с неметаллами, обладает водо- и кислотостойкостью.

Клей ПУ – 2 ТУ 342 – 64 – устойчив к ударным нагрузкам, водостойкий.

Стекло органическое конструкционное листовое

Применяется для рассеивателей светильников, стенок, колпачков.

Пример обозначения на чертеже:

СОЛ 5 ГОСТ 15809 – 70 – лист толщиной 5 мм.

Технические требования на чертеже излагают, группируя вместе однородные и близкие по смыслу по возможности в такой последовательности:

- 1) требования, предъявляемые к материалу заготовки, термической обработке и свойствам материала готовой детали;
- 2) размеры, предельные отклонения размеров, формы взаимного расположения поверхностей, массы и т. п.;
- 3) требования к качеству поверхностей, их отделке и покрытию;
- 4) зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;
- 5) требования к настройке и регулировке изделия;
- 6) требования к качеству изделия;
- 7) условия и методы испытаний;
- 8) указание о маркировании и клеймении;
- 9) правила транспортирования и хранения;
- 10) особые условия эксплуатации.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию, и каждый пункт записывается с новой строки. Текстовую часть располагают над основной надписью. Ширина колонки не более 185 мм.

Для форматов более А4 допускается размещать надпись в две колонки. При выполнении чертежа на нескольких листах текстовую часть помещают только на первом листе независимо от того, на каких листах находятся изображения, к которым относятся указания.

5.4. Эскизирование деталей с натуры

В условиях производства и при проектировании иногда возникает необходимость в чертежах временного или разового пользования, получивших название эскизов. Эскиз – чертеж временного характера, выполненный, как правило, от руки (без применения чертежных инструментов), на любой бумаге, без соблюдения масштаба, но с сохранением пропорциональности элементов детали, а также в соответствии со всеми правилами и условностями, установленными стандартами.

Эскиз выполняется аккуратно, непосредственно с детали. Качество эскиза должно быть близким к качеству чертежа. Эскиз, как и чертеж, должен содержать:

- а) минимальное, но достаточное количество изображений (видов, разрезов, сечений), выявляющих форму детали;
- б) размеры, предельные отклонения, обозначения шероховатости поверхности и другие дополнительные сведения, которые не могут быть изображены, но необходимы для изготовления детали;
- в) основную надпись по форме 1 (ГОСТ 2.104 – 68).

Для литых деталей в технических требованиях, помещаемых над основной надписью, записывают неуказанные на чертеже радиусы скруглений и уклоны. В основной надписи чертежа указывается наименование детали в именительном падеже и единственном числе. Если наименование состоит из нескольких слов, вначале ставится существительное, а затем пояснительные слова (ГОСТ 2.107 – 68), например: колесо зубчатое.

2. Определить минимальное, но достаточное количество изображений (видов, разрезов, сечений), необходимых для полного выявления конструкции детали.

The image contains three sets of technical drawings, labeled a), б), and г), illustrating different types of section lines and section labels used in mechanical engineering.

- a)** Shows a longitudinal section of a shaft with a hole. The section is indicated by a red dashed line labeled "A-A". The section lines are drawn at 45 degrees to the horizontal.
- б)** Shows a cross-section of a part with a central hole. The section is indicated by a red dashed line labeled "A". The section lines are drawn at 45 degrees to the horizontal.
- г)** Shows a cross-section of a part with a central hole. The section is indicated by a red dashed line labeled "A". The section lines are drawn at 45 degrees to the horizontal.

74

Особое внимание уделяется выбору главного вида. Он должен давать наиболее полное представление о форме и размерах детали.

Главный вид детали выбирают с учетом технологии ее изготовления. Планки, линейки, валики, оси и т.п. рекомендуется располагать на формате горизонтально, а корпуса, кронштейны и т.п. – основанием вниз.

Если деталь сложной конструкции в процессе изготовления не имеет заведомо преобладающего положения, то за главное изображение таких деталей принимают их расположение в готовом изделии – приборе, машине.

Для деталей типа шкивов, колес главным изображением является фронтальный разрез. Его выполняют полностью, что облегчает нанесение размеров.

Детали типа винтов, болтов, валиков изготавливают на токарных станках или автоматах. Их ось при обработке – горизонтальна. При изображении таких деталей на эскизе учитывают также положение, в котором выполняют наибольший объем работ по изготовлению детали, т.е. выполняют наибольшее число переходов (переход – обработка одной элементарной поверхности).

3. Выбрать в соответствии с ГОСТ 2.301 – 68 формат листа, выполнить на нем рамки и основную надпись. Размер формата выбирают в зависимости от сложности и размеров детали с учетом возможности как увеличения изображения по сравнению с натурой для сложных и мелких, так и уменьшения для простых по форме и крупных деталей. Изображение должно быть таким, чтобы не затруднялись чтение эскиза и простановка размеров.

4. Наметить тонкими сплошными линиями габаритные прямоугольники для будущих изображений с расчетом равномерного использования поля формата. Провести осевые линии (рис. 5.16).

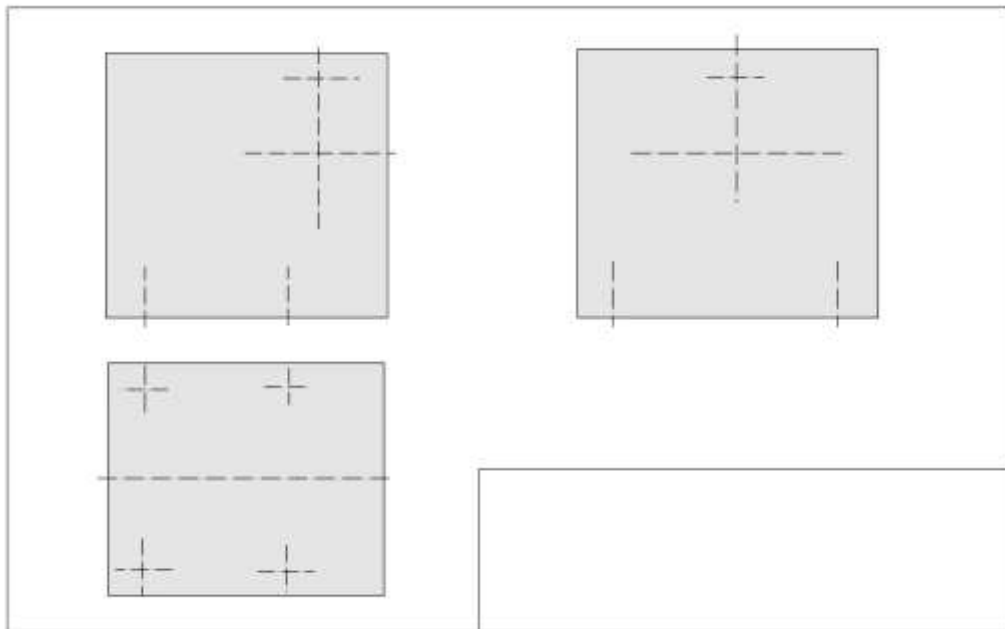


Рис 5.16 – Компоновка основных изображений на формате

5. Обозначить тонкими сплошными линиями видимый контур детали, начиная с основных геометрических форм и сохраняя на всех изображениях проекционную связь и пропорцию элементов детали. Вычертить тонкими линиями выбранные разрезы и сечения. В случае надобности нанести линии невидимого контура (рис. 5.17).

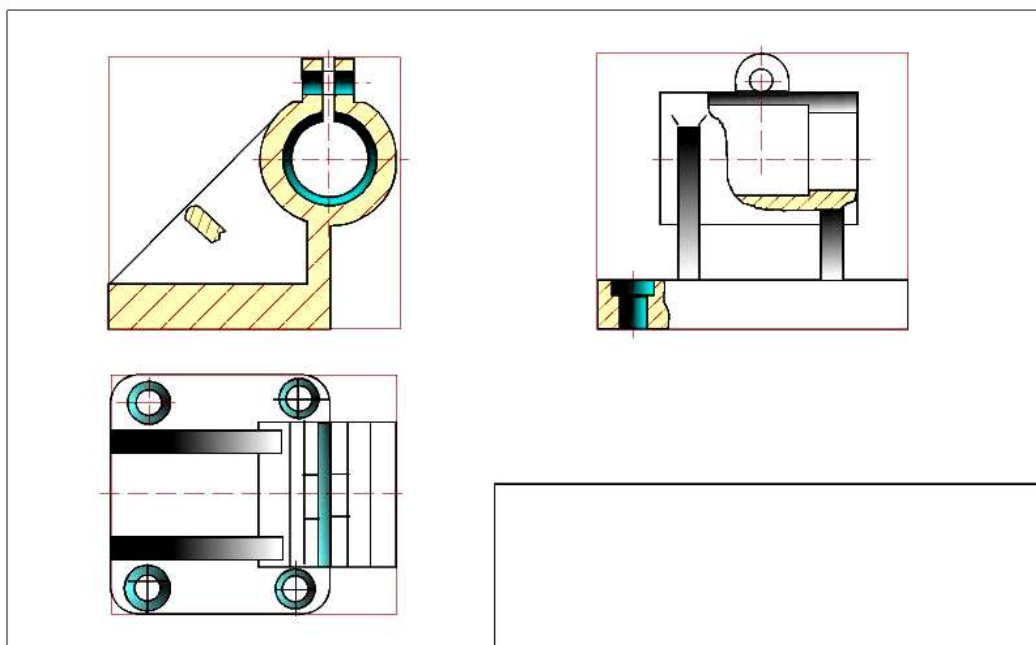


Рис. 5.17 – Нанесение основных и дополнительных изображений – видов, разрезов

6. Изобразить ранее пропущенные подробности: канавки, фаски, скругления и т.п. Заштриховать разрезы и сечения. Обозначить шероховатость поверхностей, руководствуясь ГОСТ 2.309 – 73. Удалить лишние линии, обвести эскиз, соблюдая соотношение толщины различных типов линий в соответствии с ГОСТ 2.303 – 68 (рис. 5.18).

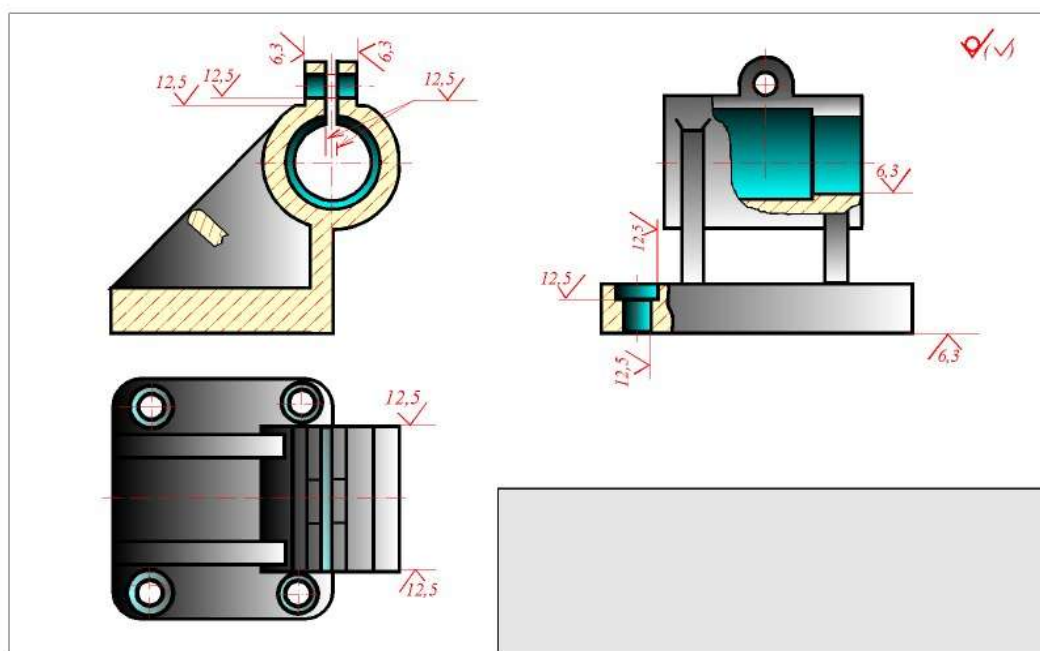


Рис. 5.18 – Простановка значений шероховатости поверхностей

7. Нанести выносные и размерные линии, стрелки, проставить знаки диаметров, радиусов, уклонов и конусности, обозначить разрезы и сечения. Провести обмер детали и вписать размерные числа, причем размерные числа записывать сразу после каждого измерения, не накапливая их в памяти (рис. 5.19).

Заполнить основную надпись и записать технические требования.

8. Внимательно проверить эскиз и устранить погрешности.

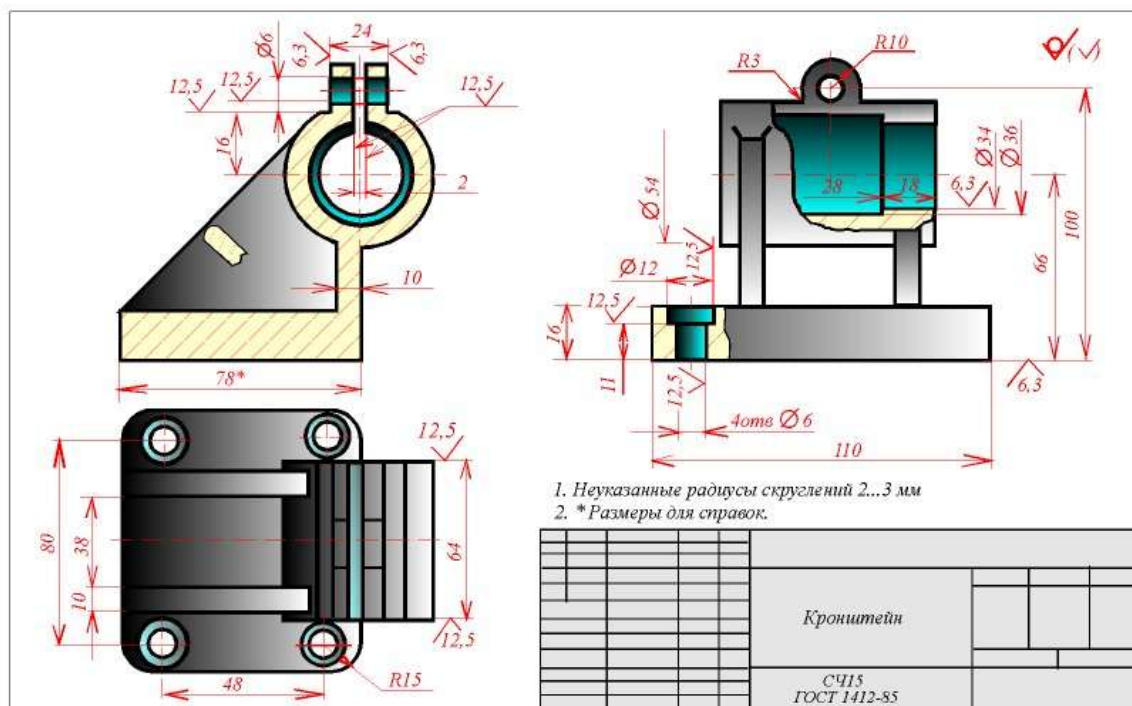


Рис 5.19 – Завершение эскизирования детали

При выполнении эскизов и рабочих чертежей следует руководствоваться ГОСТ 2.109 – 73 "Основные требования к чертежам".

Ответственным этапом в процессе выполнения эскизов является простановка размеров. Простановка размеров на эскизе детали складывается из двух элементов: задание размеров и нанесение их.

Задать размеры на эскизе детали – значит определить необходимый минимум размеров и степень их точности, обеспечивающих изготовление детали и не ограничивающих технологических возможностей, т.е. позволяющих применять к детали разные варианты технологического процесса.

Нанести размеры на эскизе – значит так расположить выносные и размерные линии, размерные числа и их предельные отклонения, соответствующие заданным размерам, чтобы полностью исключить возможность неправильного толкования эскиза и обеспечить удобство его чтения. Правила простановки и нанесения размеров изложены в ГОСТ 2.307 – 68.

ЛЕКЦИЯ 6. ЧЕРТЕЖИ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

- 6.1. Выполнение сборочного чертежа
- 6.2. Нанесение размеров и номеров позиций
- 6.3. Спецификация

Чертежи сборочных единиц

Изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии.

Изделия, в зависимости от их назначения, делятся на изделия основного производства и изделия вспомогательного производства. К изделиям основного производства относятся изделия, предназначенные для поставки. К изделиям вспомогательного производства относятся изделия, предназначенные только для собственных нужд предприятия.

Виды изделий:

- а) детали;
- б) сборочные единицы;
- в) комплексы;
- г) комплекты.

Деталь – изделие, изготовленное из отдельного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.

Сборочная единица – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сваркой, клепкой, развальцовкой, склеиванием и т.п.)

К конструкторским документам относятся графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия.

К графическим документам относятся:

- а) чертеж детали;
- б) сборочный чертеж;
- в) чертеж общего вида и т.д.

К текстовым документам относятся спецификация, различные ведомости, технические условия, таблицы и т.д.

Чертеж детали – документ, содержащий изображение и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Сборочный чертеж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

Чертеж общего вида – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия. В отличие от сборочного чертежа по чертежу общего вида можно представить не только взаимосвязь и способы соединения деталей, но и конструкцию каждой детали в отдельности.

Правила выполнения и оформления сборочных чертежей установлены ГОСТ 2.109 – 73.

6.1. Выполнение сборочного чертежа

Сборочный чертеж должен содержать:

- а) изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимосвязи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и осуществление сборки и контроля сборочной единицы;

- б) размеры, предельные отклонения, другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу;
- в) указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается при сборке (подборка деталей, их пригонка и т.п.), а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и т.д.);
- г) номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- д) габаритные размеры изделия;
- е) установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры.

6.2. Нанесение размеров и номеров позиций

Последовательность выполнения чертежа

1. Ознакомиться с устройством, работой и порядком сборки сборочной единицы.

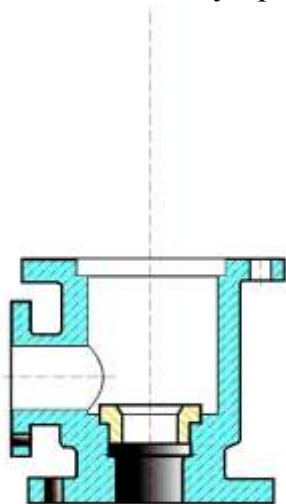


Рис. 6.1 – Компановка изображений, вычерчивание контура основной детали

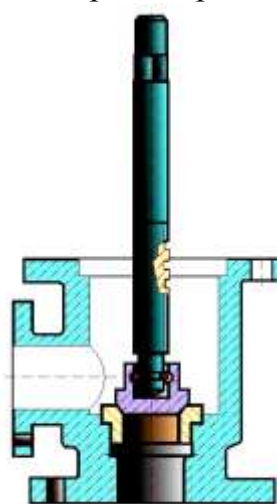


Рис.6.2 – Установка шпинделя в сборе с золотником

Прочитать рабочие чертежи всех деталей, входящих в сборочную единицу, т.е. мысленно представить форму и размеры каждой из них, ее место в сборочной единице, взаимодействие с другими деталями.

2. Выбрать необходимое число изображений с таким расчетом, чтобы на сборочном чертеже была полностью раскрыта конструкция изделия и взаимодействие ее составных частей.

Общее количество всех изображений сборочной единицы на сборочном чертеже должно быть всегда наименьшим, а в совокупности со спецификацией – достаточным для выполнения всех необходимых сборочных операций, совместной обработки (пригонки, регулирования составных частей) и контроля.

Главное изображение сборочной единицы должно давать наибольшее представление о расположении и взаимосвязи ее составных частей, соединяемых по данному сборочному чертежу.

3. Установить масштаб чертежа, формат листа, нанести рамку на поле чертежа и основную надпись.

4. Произвести компоновку изображений, для этого вычислить габаритные размеры изделия и вычертить прямоугольники со сторонами, равными соответствующим габаритным размерам изделия.

5. Вычертить контур основной детали (как правило – корпуса, основания или станины) – рис. 6.5.

Наметить необходимые разрезы, сечения, дополнительные изображения. Вычерчивание рекомендуется вести одновременно на всех принятых основных изображениях.

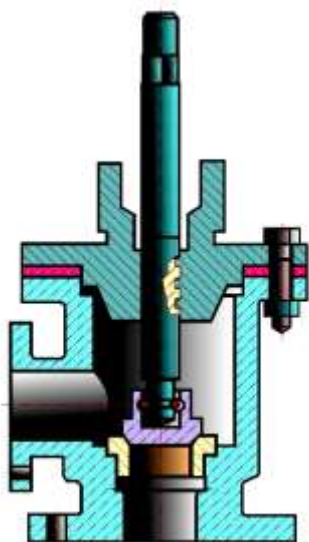


Рис.6.3 – Продолжение сборки

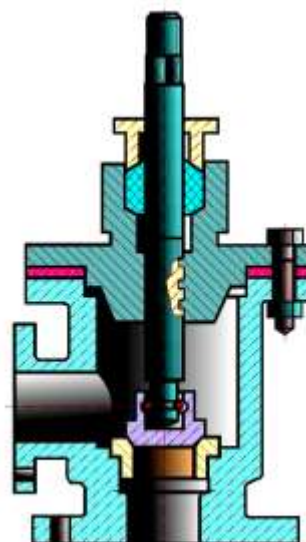


Рис.6.4 – Установка крышки с уплотнением

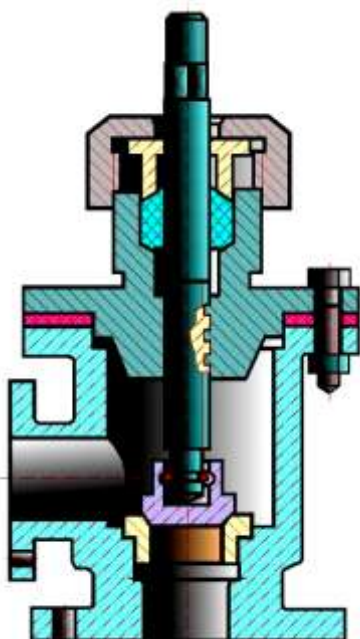


Рис.6.5 – Вычерчивание остальных деталей

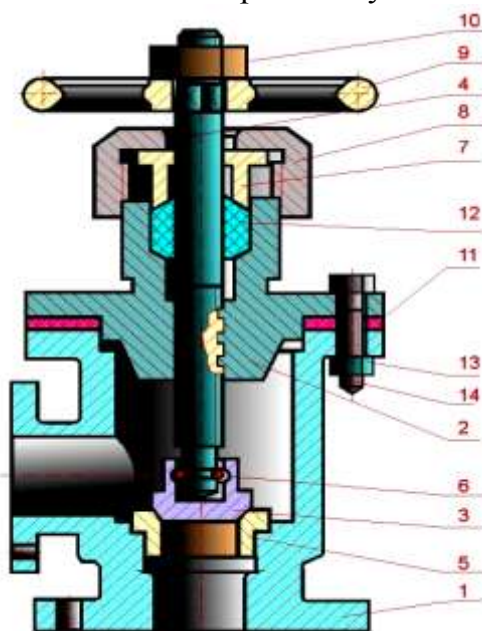


Рис.6.6 – Заполнение спецификации, нанесение номеров позиций

6. Вычертить остальные детали по размерам, взятым с рабочих чертежей деталей, в той последовательности, в которой собирают изделие – рис. 6.2, рис. 6.3, рис. 6.4, рис. 6.5, рис. 6.6.

7. Тщательно проверить выполненный чертеж, обвести его и заштриховать сечения.

8. Нанести габаритные, установочные и присоединительные размеры.

9. Нанести линии-выноски для номеров позиций – рис. 6.6.

10. Заполнить основную надпись.

11. На отдельных форматах (А4) составить спецификацию.

12. Проставить номера позиций деталей на сборочном чертеже согласно спецификации – рис. 6.6.

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруются в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации. Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей согласно

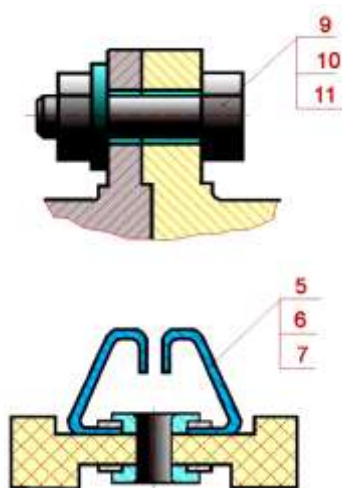


Рис. 6.7 – Спецификация взаимосвязанных деталей

ГОСТ 2.109 – 68 и 2.316 – 68. Один конец линии-выноски, пересекающий линию контура, заканчивается точкой, другой – полкой. Линии-выноски не должны быть параллельными линиям штриховки и не должны пересекаться между собой.

Полки линий-выносок располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку. Номера позиций наносят на чертежах, как правило, один раз, повторяющиеся номера позиций выделяют двойной полкой.

Размер шрифта номеров позиций должен быть на один – два размера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций:

- а) для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления;
- б) для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью при невозможности подвести линию-выноску к каждой составной части.

В этих случаях линию-выноску отводят от одной из деталей, составляющих группу, и номер этой детали указывают первым (рис. 6.7).

На выносках от зубчатых колес (червяков, реек) указывают основные данные (модуль, число зубьев) и записывают их на дополнительных полках, присоединенных к основной выноске.

6.3. Спецификация

Для определения состава сборочной единицы на отдельных листах формата А4 выполняется спецификация. Форма и порядок заполнения спецификации установлены ГОСТ 2.108 – 68.

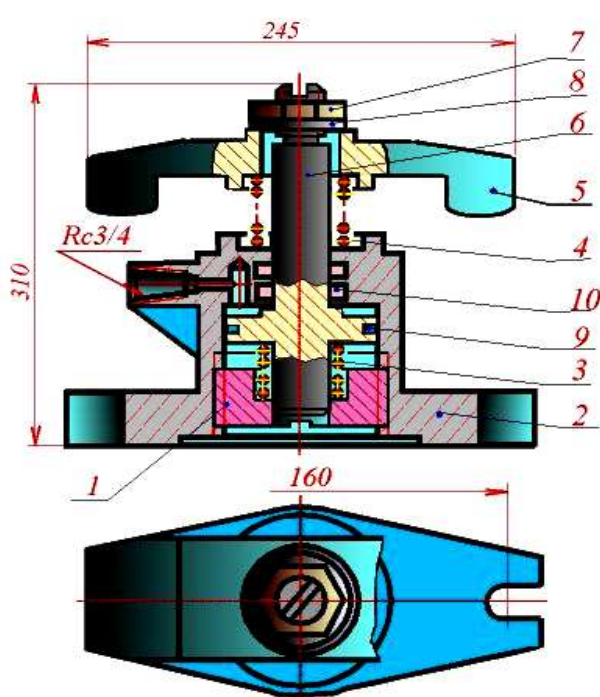
Заглавный (первый) лист спецификации имеет основную надпись (ГОСТ 2.104 – 68) по форме «2», а последующие листы – по форме «2а».

Спецификация состоит из разделов, которые располагаются в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. Наличие их определяется составом изделия.

В спецификацию для учебных сборочных чертежей, как правило, входят следующие разделы:

1. Документация (сборочный чертеж);
2. Сборочные единицы (если они есть);
3. Детали;
4. Стандартные изделия;
5. Материалы (если они есть).
6. Для большинства сборочных чертежей спецификация имеет три раздела: 1-ый, 3-ий, 4-ый.
7. Наименование каждого раздела указывается в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивается тонкой линией. Ниже каждого заголовка оставляется одна свободная строка, выше – не менее одной свободной строки.
8. В раздел «Документация» вносят конструкторские документы на сборочную единицу. В этот раздел в учебных чертежах вписывают «Сборочный чертеж».

9. В разделы «Сборочные единицы» и «Детали» вносят те составные части сборочной единицы, которые непосредственно входят в нее. В каждом из этих разделов составные части записывают по их наименованию.
10. В раздел «Стандартные изделия» записывают изделия, применяемые по государственным, отраслевым или республиканским стандартам. В пределах каждой категории стандартов запись производят по однородным группам, в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандартов – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.
11. В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в сборочную единицу. Материалы записывают по видам и в последовательности, указанным в ГОСТ 2.108 – 68. В пределах каждого вида материалы записывают в алфавитном порядке наименований материалов, а в пределах каждого наименования – по возрастанию размеров и других параметров.



Пример заполнения спецификации

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечан.
				<u>Документация</u>		
A1			AT-230.07.07.12.00.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
A4	1		AT-230.07.07.12.01	Стакан	1	
A4	2		AT-230.07.07.12.02	Корпус	1	
A4	3		AT-230.07.07.12.03	Пружина	1	
A4	4		AT-230.07.07.12.04	Пружина	1	
A4	5		AT-230.07.07.12.05	Скоба	1	
A4	6		AT-230.07.07.12.06	Поршень	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
	7			Гайка М30.3		
				ГОСТ 5915-70	1	
	8			Шайба 30.04.019		
				ГОСТ 11371-78	1	
	9			Кольцо Н1-80х70-1		
				ГОСТ 9832-77	1	
	10			Кольцо Н1-35х28		
				ГОСТ 9832-77	2	
AT-230.07.07.12.00						
Вып.	Лист	В документе	Подпись	Дата	Прихват	
Гресс	Лист	Листов			гидравлический	
В колее	Лист	Листов			Предприятие	

Рис. 6.8 – Пример заполнения спецификации сборочного чертежа

Графы спецификации заполняют следующим образом.

В графе «Формат» указывают обозначение формата.

В графе «Поз.» указывают порядковый номер составной части сборочной единицы в последовательности их записи в спецификации. В разделе "Документация" графу «Поз.» не заполняют.

В графе «Обозначение» указывают обозначение составной части сборочной единицы, например:

ИЭГ-001.06.25.28.05, где: ИЭГ – факультет;

001 – номер группы;

06 – номер задания;

25 – номер варианта;

28 – номер узла;

05 – номер детали.

В разделах «Стандартные изделия» и «Материалы» графу «Обозначение» не заполняют.

В графе «Наименование» указывают наименование составной части сборочной единицы.

Все наименования пишут в именительном падеже единственного числа. Наименование деталей, как правило, однословное. Если же оно состоит из двух слов, то вначале пишут имя существительное, например: «Колесо зубчатое», «Гайка накидная». Наименование стандартных изделий должно полностью соответствовать их условным обозначениям, установленным стандартом, например:

Болт М12×1,25-8g×30.48 ГОСТ 7798 – 70

В графе «Кол.» указывают количество составных частей, записываемых в спецификацию (сборочных единиц, деталей) на одно изделие, в разделе "Материалы" – общее количество материалов на одно изделие с указанием единиц измерения.

1. Перемещающиеся части сборочной единицы изображают в крайних или промежуточных положениях. На сборочном чертеже условно изображают:

- а) клапаны вентилях, насосов, двигателей, диски (клинья) задвижек – в положении «закрыто» для перемещения движущейся среды;
- б) пробки пробковых кранов – в положении «открыто»;
- в) домкраты в положении начала подъема груза;
- г) тиски со сдвинутыми губками.

2. Сварные, паяные, клееные и другие изделия из однородного материала в сборке с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют как монолитный предмет (в одну сторону) с изображением границ между частями такого изделия сплошными основными линиями (рис.6.9).

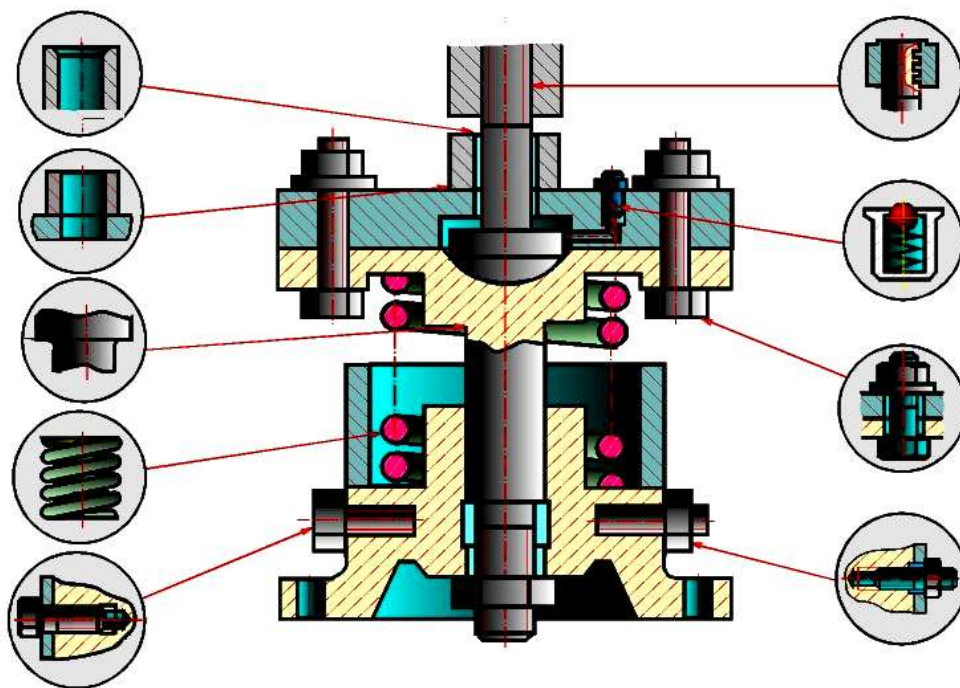


Рис. 6.9 – Условности и упрощения на сборочных чертежах

3. В разрезах, согласно правилам ГОСТ 2.305 – 68:


- а) болты, винты, шпильки, шпонки, заклепки, непустотелые валы, шпиндели, шатуны, рукоятки и т.п. при продольном разрезе показываются нерассеченными (рис. 6.9);
- б) спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости и т.п. показываются незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента.


РАЗДЕЛ 2. КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

ЛЕКЦИЯ 7. ОСНОВЫ РАБОТЫ С ГРАФИЧЕСКИМ РЕДАКТОРОМ КОМПАС 3D

- 7.1. Интерфейс программы КОМПАС-3D.
 - 7.1.1. Выпадающее меню пункта Файл.
 - 7.1.2. Выпадающее меню Вид.
 - 7.1.3. Выпадающее меню Сервис.
 - 7.1.4. Выпадающее меню Справка.
- 7.2. Типы документов КОМПАС-3D.
- 7.3. Панели инструментов.
 - 7.3.1. Панель инструментов Стандартная.
 - 7.3.2. Панель инструментов Вид.
 - 7.3.3. Панель инструментов «Текущее состояние».
 - 7.3.4. Панель инструментов «Компактная».
 - 7.3.5. Панель инструментов «Панель свойств».
 - 7.3.6. Панель инструментов «Геометрия».
 - 7.3.7. Расширенные команды панели инструментов «Геометрия».
- 7.4. Курсор и управление им.
- 7.5. Использование контекстных меню.

7.1. Интерфейс программы КОМПАС-3D

Для запуска системы необходимо выбрать меню **Пуск / Все программы / АСКОН / КОМПАС-3D V10**. Можно выбрать указателем мыши на поле рабочего стола ярлык программы  и дважды щелкнуть левой кнопкой мыши. Чтобы открыть документ, необходимо нажать кнопку **Открыть** на панели инструментов **Стандартная**. Чтобы начать новый документ, нажмите кнопку **Создать** на панели **Стандартная** или выполните команду **Файл/Создать** и в открывшемся диалоговом окне выберите тип создаваемого документа и нажмите **ОК**.

Для завершения работы следует выбрать меню **Файл / Выход**, комбинацию клавиш **Alt-F4** или щелкнуть на кнопке  **Заккрыть**.

После запуска программы на экране появится окно с изображением стандартной панели, показанное на рис. 7.1.

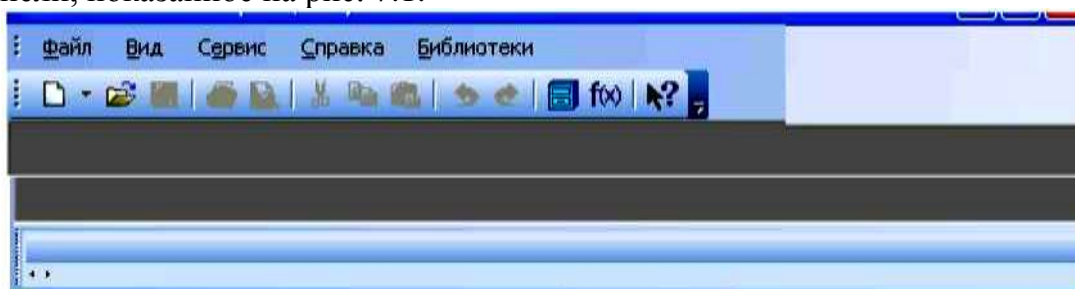


Рис. 7.1 – Главное окно программы после загрузки системы КОМПАС

Самая верхняя строка служит для вызова выпадающих меню. В середине экрана располагается рабочая область, под которой рациональнее всего располагать место для **Панели свойств**. **Строка сообщений** – самая нижняя строка экрана

Вне зависимости от того, с какими документами приходится работать, на экране всегда рекомендуется отображать панели инструментов **Стандартная**, **Вид**, **Текущее состояние**, **Компактная**. Ниже приведено содержание пунктов **Главного меню**.

7.1.1. Выпадающее меню пункта **Файл**

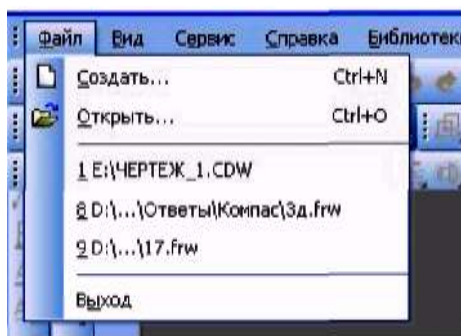


Рис. 7.2 – Выпадающее меню пункта **Файл**

В выпадающем меню **Файл** (рис. 7.2) находятся основные команды работы с файлами документов – **Создать**, **Открыть**, **Сохранить** и т. п. Здесь же находятся команды предварительного просмотра документа, позволяющие оценить, как созданный чертеж будет выглядеть на листе, и команда вывода документа на печать. В нижней части меню находится список недавно редактированных пункта **Файл** документов. Можно начать работу с документом, просто выбрав его из этого списка.

7.1.2. Выпадающее меню **Вид**

Меню **Вид** позволяет активизировать любую панель, воспользовавшись строкой **Панели инструментов**. Для этого нужно щелкнуть левой клавишей мыши в выпадающем меню по пункту **Панели инструментов**.

Появится всплывающее меню, показанное на рис. 7.3. Щелкнув мышью по названию нужной панели инструментов во всплывающем меню, увидим, что перед выбранным названием панели появилась галочка в желтом квадрате, а сама панель отображается на экране компьютера.

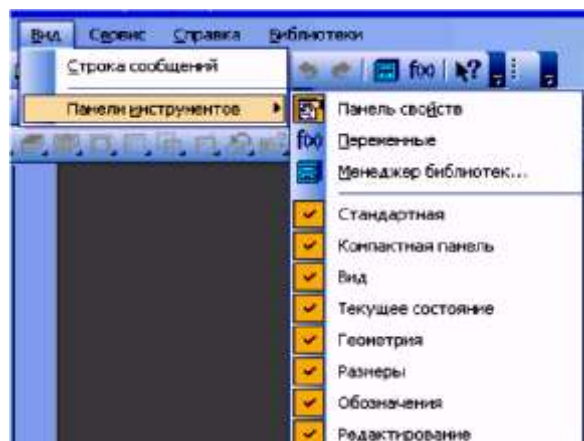


Рис. 7.3. – Содержание опций меню **Вид / Панели инструментов**

7.1.3. Выпадающее меню **Сервис**

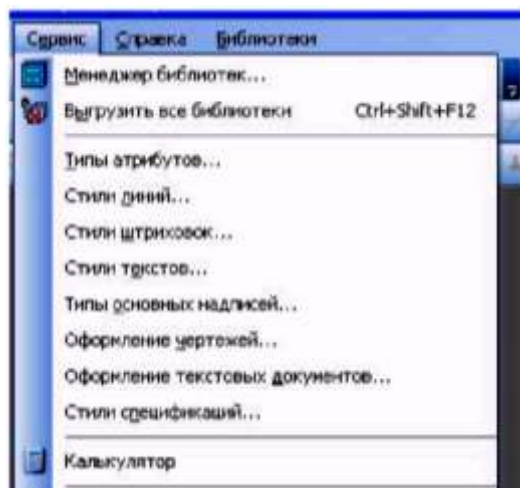


Рис. 7.4 – Выпадающее меню **Сервис**

В выпадающем меню **Сервис** находятся команды, при помощи которых можно настроить вид документа, тип линий, произвести настройки интерфейса, а также производить различные расчеты (площадь поверхности, объемы и т.д.). Это меню является контекстно-зависимым. Строки этого меню показаны на рис. 7.4.

7.1.4. Выпадающее меню Справка

Выпадающее меню **Справка** представляет собой определенный набор пунктов меню, который предназначен для вызова всплывающих меню, диалоговых окон или команд системы.

7.2. Типы документов КОМПАС-3D

Для того чтобы создать новый документ, необходимо щелкнуть по кнопке



Создать или одновременно нажать сочетание клавиш **Ctrl+N**. После этого появится диалоговое окно **Новый документ** (рис. 7.5).

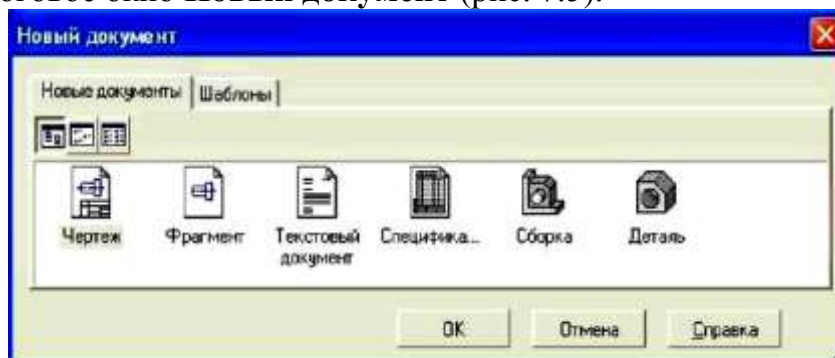


Рис. 7.5 – Диалоговое окно для выбора типа документа

Данное окно позволяет выбрать тип создаваемого документа.

1. **Чертеж** – основной тип графического документа в системе КОМПАС. Чертеж содержит графическое изображение изделия в одном или нескольких видах, основную надпись, рамку и всегда содержит один лист заданного пользователем формата (рис. 7.6). Файл чертежа имеет расширение **.cdw**.
2. **Фрагмент** – вспомогательный тип графического документа. Фрагмент отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления конструкторского документа. Во фрагментах хранятся созданные типовые решения для последующего использования в других документах. Файл фрагмента имеет расширение **.frw**.
3. **Текстовый документ** (расширение файла **.kdw**).
4. **Спецификация** (расширение файла **.spw**).
5. **Сборка** (расширение файла **.a3d**).
6. **Деталь** – трехмерное моделирование (расширение файла **.m3d**).

7.3. Панели инструментов

Для удобства работы в системе КОМПАС имеются многочисленные панели инструментов с кнопками, которые соответствуют определенным командам системы. Если указатель мыши задержать на какой-либо кнопке панели инструментов, то через некоторое время появится название этой кнопки, а в строке состояний – краткая расшифровка ее действия. Для активизации кнопки установите на нее указатель мыши и щелкните левой клавишей. Кнопки, имеющие маленький треугольник в правом нижнем углу, могут вызывать расширенную (дополнительную) панель инструментов. Для этого на такой кнопке нужно придержать нажатой левую клавишу мыши, и через некоторое время появится расширенная панель инструментов с кнопками, определяющими различные способы действия.

7.3.1. Панель инструментов Стандартная

Панель инструментов Стандартная присутствует практически во всех окнах в различных режимах работы с большим или меньшим набором кнопок вызова общих команд. Ниже приведена расшифровка кнопок этой панели.



Открыть – вызывает диалоговое окно **Выберите файлы для открытия**.



Сохранить – вызывает диалоговое окно **Выберите файлы для записи**, с помощью которого можно сохранить файл.



Вырезать – копирует выделенный объект в буфер обмена и при этом удаляет его с листа.



Копировать – действует так же как и кнопка **Вырезать**, только выделенные объекты остаются на месте.



Вставить – позволяет вставить копию содержимого буфера обмена.



Отменить – отменяет предыдущее действие пользователя, а кнопка **Повторить** – восстанавливает отмененное действие.



Менеджер библиотек – включает или отключает отображение на экране **Менеджера библиотек** – систему управления КОМПАС-библиотеками.



Переменные – включает или отключает отображение на экране диалогового окна **Переменные** для работы с переменными и уравнениями графического документа **Эскиз**.

7.3.2. Панель инструментов Вид

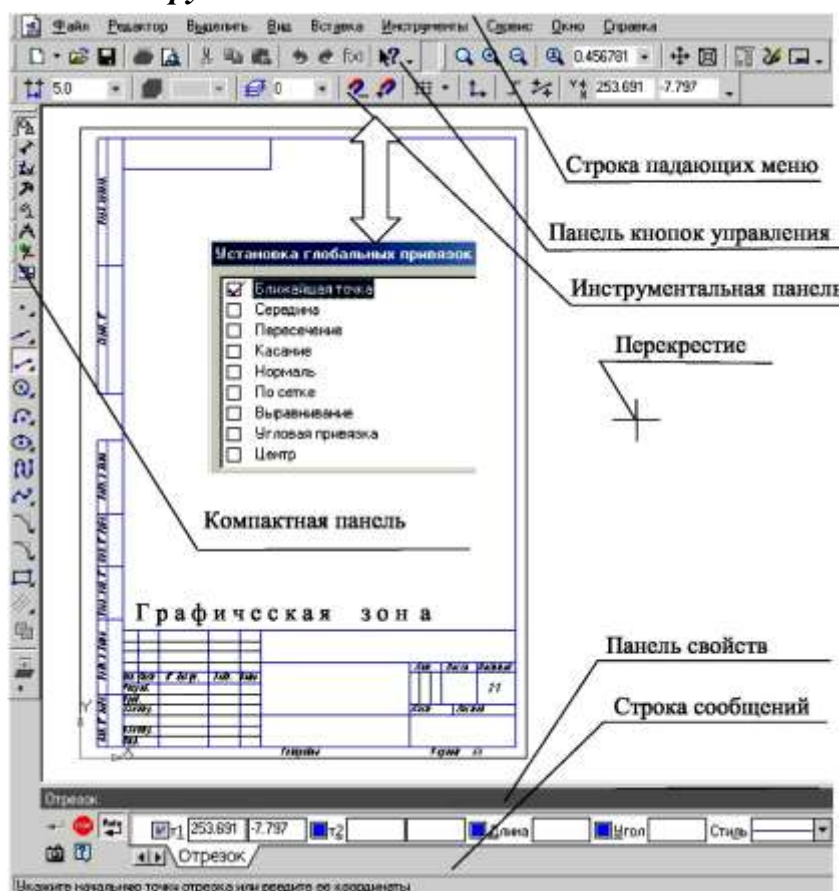


Рис. 7.6 – Рабочее окно при вызове документа **Чертеж**

Инструментальная панель **Вид** включает кнопки, соответствующие определенным командам:



кнопки, позволяющие управлять масштабом изображения изделия.



Управление ориентацией модели – выводит на экран диалоговое окно **Ориентация вида**. Работает при включении документа **Деталь**.



Сдвинуть – позволяет сдвинуть изображение в активном окне.



Приблизить / отдалить изображение – позволяет плавно менять масштаб, приближая или отдаляя изображение.



Обновить изображение – позволяет обновить изображение в активном окне. При обновлении масштаб отображения документа в окне не изменяется.



Показать все – изменяет масштаб отображения в активном окне таким образом, чтобы в нем был виден полностью весь документ.

7.3.3. Панель инструментов «Текущее состояние»



Общий вид панели инструментов **Текущее состояние** зависит от режима, в котором работает система. Так она выглядит при работе с документом **Чертеж**.

Команды режима работы системы:



Текущий шаг курсора – в поле справа отображает значение шага курсора, то есть расстояние, на которое переместится курсор при однократном нажатии клавиши перемещения.



Состояние видов – выводит на экран диалоговое окно **Состояние видов**, в котором можно изменить параметры существующих видов и создавать новые виды.



Текущий слой – выводит на экран диалоговое окно **Состояние слоев**, в котором можно изменить параметры существующих слоев и создать новые слои.



Настройка глобальных привязок – позволяет включить или отключить какие-либо глобальные привязки и настроить их работу.



Запретить привязки – отключает действие всех глобальных привязок.



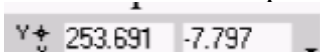
Сетка – позволяет включить или отключить отображение вспомогательной сетки в активном окне.



Локальная система координат – позволяет создавать в текущем виде чертежа или фрагмента различные локальные системы координат.



Ортогональное черчение – служит для перехода в режим ортогонального черчения.



Координаты курсора – отображают текущие значения координат курсора по осям в текущей системе координат.

7.3.4. Панель инструментов «Компактная»

Инструментальная панель **Компактная** облегчает переключение между инструментальными панелями и экономит поле рабочей области. **Панель свойств** предназначена для управления процессом выполнения команды. Вкладки **Панели свойств** содержат поля и переключатели, при помощи которых можно непосредственно определять параметры создаваемых объектов и определять их свойства. Количество вкладок зависит от конкретной команды. Чтобы перейти на нужную вкладку, необходимо щелкнуть по ней левой клавишей мыши. На рисунке 7.7 изображены кнопки, позволяющие переключаться между инструментальными панелями.

- кнопка вызова страницы «Геометрия»;
- кнопка вызова страницы «Размеры»
- кнопка вызова страницы «Обозначения»
- кнопка вызова страницы «Редактирования»
- кнопка вызова страницы «Геометрия»
- кнопка вызова страницы «Параметризации»
- кнопка вызова страницы «Измерения»
- кнопка вызова страницы «Выделения»

Рис. 7.7 – Назначение **Компактной** панели

7.3.5. Панель инструментов «Панель свойств»

Панель свойств служит для управления параметрами команды и процессом их выполнения. При этом возможны различные представления одной и той же **Панели свойств**. Например, на рис. 7.8 представлено изображение **Панели свойств** при выполнении команды **Окружность**.



Рис. 7.8 – Вид **Панели свойств** при выполнении команды **Окружность**

Слева от **Панели свойств** расположена **Панель специального управления** (рис. 7.8), которая позволяет контролировать процесс выполнения текущей команды.

В Панели специального управления расположены изображения следующих кнопок:

⌵ **Создать объект** – фиксирует создаваемый или редактируемый объект. Используется в том случае, если отключено автоматическое создание объекта.



Прервать команду – завершает выполнение текущей команды ввода или редактирования объекта.



Автоматическое создание объектов – (по умолчанию нажата). Если оставить эту кнопку нажатой, то все объекты будут создаваться немедленно после задания необходимого количества параметров. Если кнопка не нажата – параметры можно варьировать, оценивая их правильность по фантому (контур в тонких линиях) объекта.



Вызов справки – позволяет получить справку по выполнению текущей команды.



Запомнить состояние.

7.3.6. Панель инструментов «Геометрия»

Каждая кнопка панели инструментов **Геометрия** имеет свое назначение и расширение. Расширенные команды позволяют получать изображения примитивов различными способами (с использованием различных опций).

Назначение кнопок панели инструментов **Геометрия**.



Точка – строит произвольно расположенную точку при задании ее положения.



Вспомогательная прямая – строит произвольно расположенную прямую.



Отрезок – строит произвольно расположенный отрезок.



Окружность – строит произвольную окружность. Необходимо указать центр окружности, затем точку, лежащую на окружности.



Дуга – строит одну или несколько произвольных дуг. Необходимо указать центральную, а затем начальную и конечную точки дуги.



Эллипс – строит произвольный эллипс. Нужно указать центральную точку эллипса и конечную точку первой полуоси, а затем конечную точку второй полуоси эллипса.



Непрерывный ввод объектов – строит последовательность отрезков, дуг или сплайнов. При вводе конечная точка созданного объекта автоматически становится начальной точкой следующего объекта. Использовать эту команду удобно, например, при построении контура детали, состоящего из объектов различного типа.



Кривая Безье – строит кривую Безье. Необходимо последовательно указать точки, через которые должна пройти кривая. Для фиксации созданной кривой Безье нажмите кнопку **Создать объект** на **Панели специального управления**.



Фаска – строит отрезок, соединяющий две пересекающиеся прямые.



Скругление – строит скругление между двумя пересекающимися объектами дугой окружности. На **Панели свойств** в поле **Радиус** нужно ввести значение радиуса скругления и указать два объекта, между которыми нужно построить скругление.



Прямоугольник – строит произвольный прямоугольник.



Собрать контур – позволяет сформировать контур, последовательно обходя пересекающиеся между собой геометрические объекты.



Эквидистанта кривой – строит эквидистанту какого-либо геометрического объекта.



Штриховка – выполняет штриховку замкнутого контура.

7.3.7. Расширенные команды панели инструментов «Геометрия»

Для вызова расширенной панели инструментов, как уже упоминалось ранее, необходимо удерживать левую клавишу мыши нажатой на нужной кнопке. Через некоторое время появится расширенная панель инструментов с кнопками, указывающими возможные варианты работы.



– расширенные команды кнопки **Отрезок**;



– расширенные команды кнопки **Вспомогательная прямая**;



– расширенные команды кнопки **Окружность**;



– расширенные команды кнопки **Дуга**;



– расширенные команды кнопки **Эллипс**;

– расширенные команды построения кнопки **Многоугольник**.

7.4. Курсор и управление им

Курсор – это главный инструмент при работе с системой КОМ-ПАС-3О. С помощью курсора пользователь вызывает команды, вычерчивает и редактирует различные объекты, указывает точки и выполняет множество других действий.

Основной способ управления курсором – это его перемещение мышью. Передвигать курсор можно также, используя клавиши со стрелками на основной или расширенной клавиатуре. В этом случае перемещение будет не произвольным, как в случае использования мыши, а дискретным.

В графических документах минимальное перемещение курсора при нажатии на кнопку со стрелкой зависит от установленного шага курсора. Для изменения шага курсора используется специальное поле на панели «Текущее состояние».

В текстовых документах и спецификациях при нажатии на кнопку со стрелкой курсор перемещается на один символ или на одну строку.

Форма и размер курсора могут быть настроены пользователем с помощью команды «Сервис – Параметры – Система – Графический редактор – Курсор».

7.5. Использование контекстных меню

Команды для выполнения многих часто используемых действий можно вызвать из контекстного меню (см. рис. 7.6).

Эти меню появляются на экране при нажатии правой кнопки мыши. Состав меню будет разным для различных ситуаций. В нем будут собраны наиболее типичные для данного момента работы команды.

Таким образом, при выполнении различных действий можно быстро обратиться к нужной команде не только через главное меню или инструментальные панели, но и через контекстные меню, причем последний способ является наиболее быстрым.

ЛЕКЦИЯ 8. ВЫПОЛНЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМАНД РЕДАКТИРОВАНИЯ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕНЕДЖЕРА БИБЛИОТЕК

- 8.1. Настройка чертежа.
 - 8.1.1. Задание имени чертежа.
 - 8.1.2. Оформление размерных примитивов.
 - 8.1.3. Задание точностей размерных надписей.
 - 8.1.4. Задание параметров размерных надписей.
 - 8.1.5. инейные размеры.
 - 8.1.6. Размеры радиусов и диаметров.
 - 8.1.7. Угловой размер.
- 8.2. Создание изображений на чертеже.
- 8.3. Настройка масштаба чертежа.
- 8.4. Установка системы координат.
- 8.5. Создание графических примитивов.
- 8.6. Управление изображением документа в окне.
- 8.7. Выделение объектов и отмена выделения.
- 8.8. Редактирование изображений на чертеже.
- 8.9. Пример создания и редактирования чертежа детали «Вал».
- 8.10. Использование библиотек КОМПАС-3D.

8.1. Настройка чертежа

Для того чтобы создать новый документ, необходимо:

- 1) из выпадающего меню пункта **Файл** выбрать команду **Создать**;
- 2) в появившемся диалоговом окне щелкнуть мышью по пиктограмме документа, который нужно создать, – **Чертеж**.

8.1.1. Задание имени чертежа

После создания документа **Чертеж** появится рабочее поле с изображением формата А4 и наименованием чертежа – «**Чертеж без имени**». Сохраните этот документ, присвоив ему имя – «**Построение видов**». Для этого необходимо:

- 1) выбрать пункт **Файл / Сохранить как...**;
- 2) указать в появившемся окне папку, где будет сохранен данный документ (например, Мои документы);
- 3) в поле Имя ввести «Построение видов»;
- 4) в появившемся окне **Информация** о документе на вкладке **Общие сведения** введите свою фамилию, имя и отчество и, если необходимо, комментарии к документу в окне с соответствующим названием.

Перед созданием текущего чертежа изделия необходимо произвести настройку его параметров:

- формата;
- отрисовки толщины линий;
- отрисовки размеров и т.д.

Настройка параметров текущего чертежа производится в диалоговом окне, показанном на рис. 8.1, вызовом команды «**Сервис→Параметры**» из главного меню.

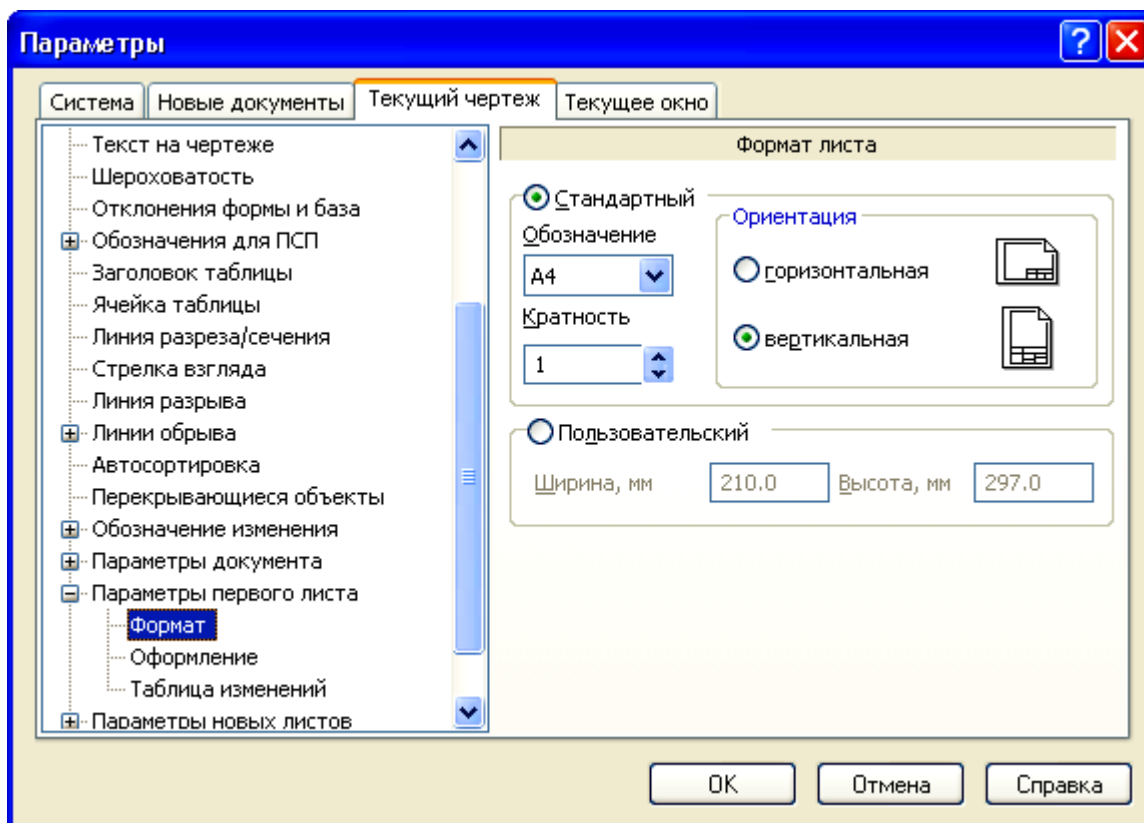


Рис. 8.1 – Диалоговое окно Параметры

Установка формата производится в окне «Текущий чертёж – Параметры первого листа – Формат».

Правила нанесения размеров на чертежах установлены ГОСТ 2.307-68. Размеры показывают геометрические величины объектов, расстояния и углы между ними. Для нанесения размеров на чертеже необходимо вывести изображение страницы **Размеры** компактной панели (рис. 8.2).



Рис. 8.2 – Содержание панели Размеры

Панель инструментов **Размеры** включает следующий набор кнопок:



Авторазмер – позволяет построить размер, тип которого автоматически определяется системой в зависимости от того, какие объекты указаны для простановки размеров;



Линейный размер – проставляет простой линейный размер;



Диаметральный размер – строит размер диаметра окружности;



Радиальный размер – строит размер радиуса дуги окружности;



Угловой размер – проставляет простой угловой размер;



Размер дуги окружности – строит размер, характеризующий дугу окружности;



Размер высоты – позволяет строить размер высоты.

8.1.2. Оформление размерных примитивов

Размерный примитив в КОМПАС-3D V10 состоит из следующих элементов:

- **размерная линия** – линия со стрелками, выполненная параллельно соответствующему измерению;
- **размерные стрелки**;
- **выносные линии** – проводятся от объекта к размерной линии;
- **размерный текст** – текстовая строка, содержащая величину размера и другую информацию
- **выноски** – используются, если размерный текст размещается на полке.

Оформление размерных примитивов в графической системе осуществляется с помощью параметров отрисовки размеров. Для установки параметров отрисовки размеров:

- щелкните в **Главном меню** по пункту **Сервис**, а затем в **Выпадающем меню** по пункту **Параметры**. Появится диалоговое окно **Параметры** с открытой вкладкой **Текущий чертеж**;
- щелкните по пункту **Размеры**, а затем по пункту **Параметры**.

В правой части появится панель **Параметры отрисовки размеров**, показанная на рис. 8.3.

Панель **Параметры отрисовки размеров** позволяет настроить внешний вид представляемых размеров. Для большего удобства в панели включен поясняющий рисунок. Параметрами отрисовки размеров являются:

- выход выносной линии за размерную, мм;
- длина стрелки, мм;
- расстояние от выносной линии до текста, мм;
- расстояние от размерной линии до текста, мм;
- выход размерной линии за текст, мм;
- длина засечки, мм.

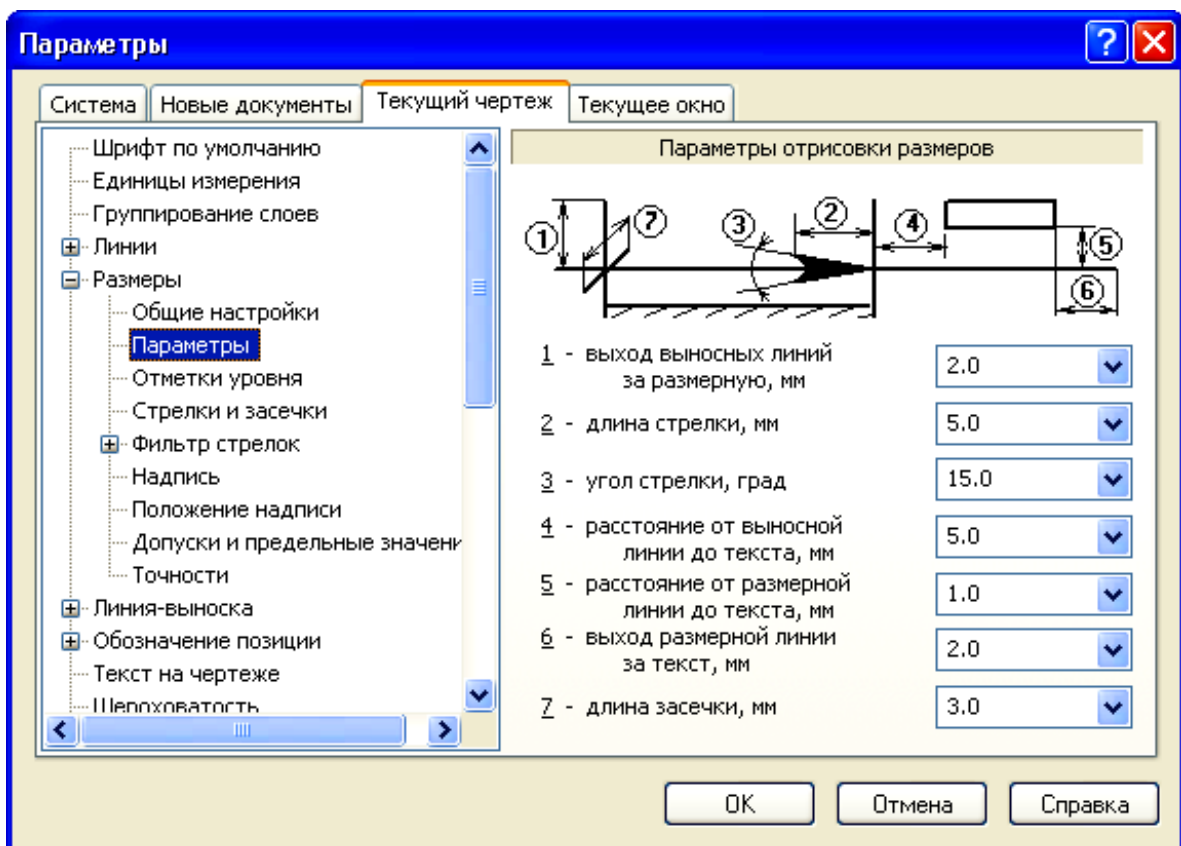


Рис. 8.3 – Параметры отрисовки размеров

Можно использовать значения параметров по умолчанию, а можно ввести или выбрать их из раскрывающихся списков. Введенные значения будут добавляться в список и сохраняться в течение сеанса работы системы КОМПАС.

8.1.3. Задание точностей размерных надписей

Для задания точностей размерных надписей:

- щелкните в **Главном меню** по пункту **Сервис**, а затем в Выпадающем меню по пункту **Параметры**. Появится диалоговое окно **Параметры** с открытой вкладкой **Текущий чертеж**;
- щелкните по пункту **Размеры**, а затем **Точности**. В правой части появится панель **Точности размерных надписей** (условимся в дальнейшем для краткости изложения указанные выше пункты записывать вид схемы **Сервис** → **Параметры** → **Размеры** → **Точности**). Далее необходимо установить для размерных надписей число знаков после запятой (рис. 8.4а).

8.1.4. Задание параметров размерных надписей

Для установки параметров размерной надписи щелкните по пунктам падающего меню и открытой вкладки текущий чертеж **Сервис** → **Параметры** → **Размеры** → **Надпись**. В правой части появится панель **Параметры размерной надписи**, представленная на рис. 8.4 б.

Панель **Параметры размерной надписи** позволяет назначить параметры, которые будут использоваться по умолчанию при вводе текстовых фрагментов в документы.



Рис. 8.4 – Окна «Точности размерных надписей»
и «Параметры размерных надписей»

Для установки нужного шрифта:

- щелкните в раскрывающемся списке **Шрифт** по стрелке, направленной вниз. Частично раскроется список, установленных в систем шрифтов;
- щелкните мышью по нужному шрифту. В окне **Пример** будет показан вид выбранного шрифта;
- щелкните по кнопке **ОК** для подтверждения сделанного выбора. Раскрывающийся список **Высота, мм**, служит для установки высоты шрифта надписи. Раскрывающийся список **Сужение, мм** служит для установки величины сужения. Текстовое поле **Шаг**

строк, мм служит для введения значения расстояния (в миллиметрах) между строками текста. Флажки **Курсив**, **Жирный**, **Подчеркнутый** устанавливают вид надписи. После завершения настройки параметров текста нажмите кнопку **ОК**.

8.1.5. Линейные размеры

Панель свойств команд простановки линейных размеров имеет две закладки (рис. 8.5). Закладка **Размер** позволяет задавать положение характерных точек размера, управлять его ориентацией и содержанием размерной надписи. Закладка **Параметры** предназначена для настройки отображения создаваемых размеров. Простановка линейного размера начинается с задания точек привязки выносных линий. Если точки привязки принадлежат одному объекту (отрезку или дуге), то удобно пользоваться автоматической привязкой размера к граничным точкам этого объекта с помощью кнопки . Выбор базового объекта на панели специального назначения.

Для простановки линейного размера необходимо:

1. Щелкнуть на кнопке линейный размер.
2. В Панели свойств задать вертикальный, горизонтальный или параллельный размер (рис. 8.6).
3. Указать графическим курсором точку **p1** – начало первой выносной линии (рис. 8.7 а).
4. Указать графическим курсором точку **p2** – начало второй выносной линии.
5. Указать графическим курсором точку **p3** – положение размерной линии.

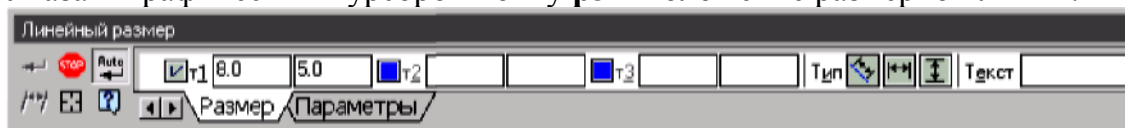


Рис. 8.5 – Вид Панели свойств при нанесении линейных размеров

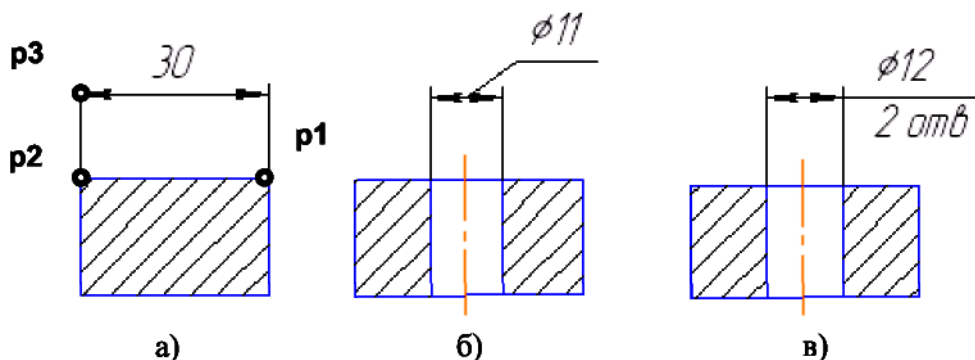


Рис. 8.6 – Варианты нанесение линейных размеров



Для нанесения линейного размера со знаком диаметра и на полке (рис. 8.6 б) необходимо после задания двух точек начала выносных линий (точек **p1** и **p2**) щелкнуть графическим курсором в окне **Текст Панели свойств**, затем в окне **Задание размерной надписи** указать необходимый символ (рис. 8.8 а).

Для изображения размера с полкой необходимо указать в **Панели свойств** элемент **Параметры**. Далее необходимо указать нужную опцию: **на полке влево**, **на полке вправо** ... (рис. 8.8 б).



Для нанесения линейного размера со знаком диаметра с указанием количества отверстий необходимо после задания двух точек начала выносных линий (точек **p1** и **p2**) щелкнуть графическим курсором в окне **Текст Панели свойств**, в окне **Задание размерной надписи** указать символ знака диаметра, а затем щелкнуть на кнопке

<< и в окне **Текст под размерной надписью** набрать текст **2 отв.** После этого щелкнуть на кнопке **ОК** (рис. 8.8 а).

8.1.6. Размеры радиусов и диаметров

Расширенная панель радиальных размеров содержит команды простановки  – простого радиального размера и радиального размера -  с изломом размерной линии.

Для нанесения размеров радиуса или диаметра необходимо:

- 1) щелкнуть на пиктограмме  **Радиальный размер** или  **Диаметральный размер**;
- 2) указать графическим курсором точку на изображении дуги или окружности – точка **p1** (рис. 8.9 а, б);

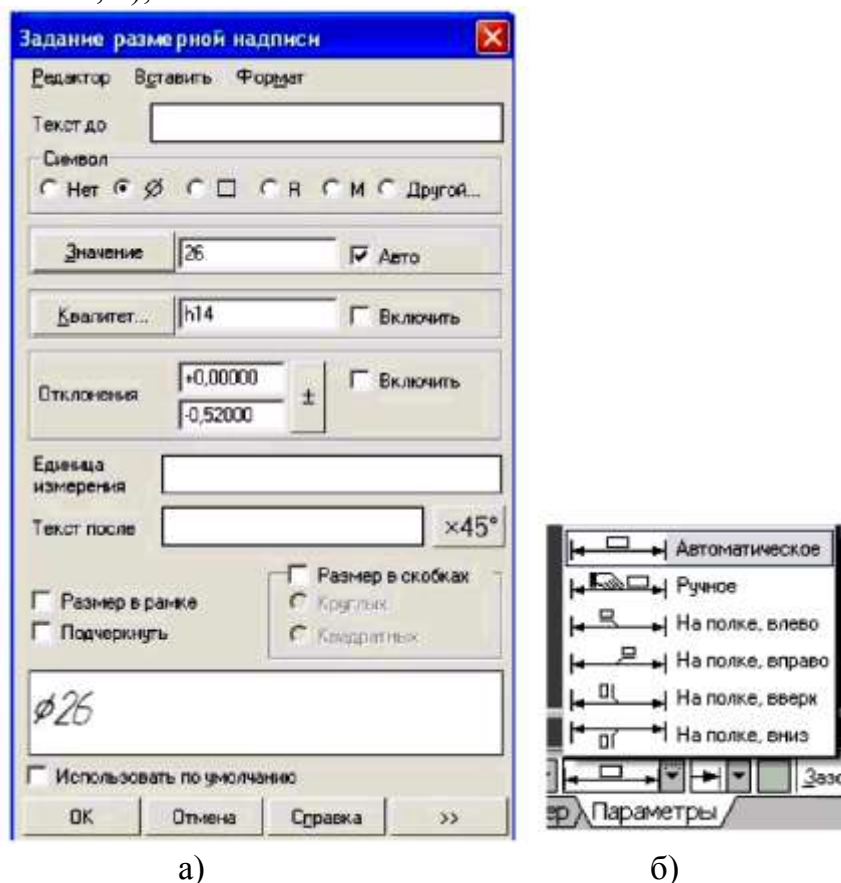


Рис. 8.8 – Содержание окна **Задание размерной надписи** и закладки **Параметры**

- 3) указать графическим курсором точку, определяющую положение размерной линии – точка **p2** (рис. 8.9 а, б).

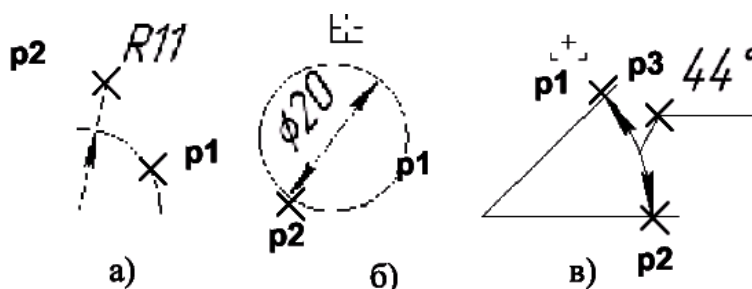


Рис. 8.9 – Нанесение размеров дуги, диаметра окружности и углового размера

8.1.7. Угловой размер










Панель расширенных команд ввода угловых размеров включает в себя:  – Угловой размер,  – Угловой размер от общей базы,  – Угловой цепной размер,  – Угловой размер с общей размерной линией,  – Угловой размер с обрывом. Панель свойств при вводе угловых размеров содержит поля ввода и переключатели, позволяющие задавать положение характерных точек размера, управлять его ориентацией и содержанием размерной надписи (рис. 8.10). По умолчанию система строит угловой размер –  для острых углов. Переключатель типа размера –  строит размер на максимальный (тупой) угол, а переключатель –  создает размер больше 180°.



Рис. 8.10 – Параметры углового размера

Для нанесения углового размера необходимо:

- 1) щелкнуть на кнопке  – Угловой размер;
- 2) указать графическим курсором точку на изображении первой прямой – точка **p1** (рис. 8.9 в);
- 3) указать графическим курсором точку на изображении второй прямой – точка **p2** (рис. 8.9 в);
- 4) указать графическим курсором точку, определяющую положение размерной линии – точка **p3** (рис. 8.9 в).

8.2. Создание изображений на чертеже

Для построения изображений детали по заданным размерам существует несколько вариантов ввода значений в поля **Панели свойств**. Рассмотрим два варианта на примере построения отрезков.

Первый способ:

- а) переместить курсор в точку, которая будет началом отрезка. По мере перемещения курсора в поле **T1** будут отображаться координаты места положения начальной точки отрезка;
- б) щелкнуть мышью. В поле **T1** автоматически будут внесены значения координат указанной точки. На переключателе рядом с полем отобразится перекрестие, указывающее на то, что параметр зафиксирован;
- в) переместить курсор в точку, которая будет концом отрезка. По мере перемещения курсора в поле **T2** будут указываться координаты местоположения курсора. Одновременно в поле **Длина** будет указываться расстояние от начальной точки отрезка до текущего положения курсора, а в поле **Угол** – угол фантома отрезка (рис. 8.11). Для точного позиционирования второй точки задайте длину отрезка и угол его наклона к оси X.

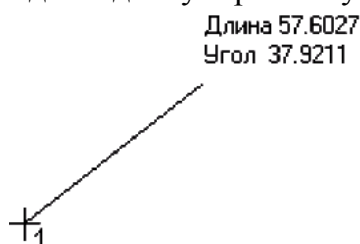


Рис. 8.11 – Построение отрезка по его длине и углу наклона

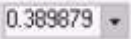
Второй способ – ввод значений координат точек:




- а) щелкнуть дважды мышью на **Панели свойств** в текстовом поле координат по оси **X**. Содержимое поля выделится. Оно доступно для редактирования;
- б) ввести с клавиатуры нужное значение координаты начала отрезка по оси **X**;
- в) нажать клавишу **Tab**. Курсор переместится в текстовое поле координаты **Y**. Поле станет доступно для редактирования. После ввода координаты **Y** нажать клавишу **Enter** для фиксации ввода координат начала отрезка – **точка 1**;
- г) аналогично вводим значения координат для конечной точки отрезка.

8.3. Настройка масштаба чертежа

В системе КОМПАС-3D используется метрическая система мер. Расстояния между точками на плоскости в графических документах и между точками в пространстве вычисляются и отображаются в миллиметрах. При этом пользователь всегда работает с реальными размерами (в масштабе 1:1).

После настройки параметров нового чертежа можно сразу приступить к созданию изображений, если чертёж выполняется в масштабе 1:1. Если чертёж необходимо выполнить в другом масштабе, то следует произвести настройку вида изображения. В отличие от технического черчения видом в системе КОМПАС-3D является любое изолированное изображение на чертеже.

На рабочем поле начало отсчета координат ведется от левого нижнего угла чертежа. На панели **Вид** указан масштаб изображения чертежа кнопкой  – **Текущий масштаб**. Для изменения масштаба изображения нужно указателем включить кнопку расширения и выбрать необходимый масштаб (рис. 8.12).

При необходимости увеличения или уменьшения формата чертежа при работе с изображениями прокрутить колесо мыши. Если формат чертежа неудачно расположен на рабочем поле экрана, можно курсором перемещать его, щелкая по кнопке  или  полосы прокрутки до тех пор, пока чертёж не займет нужное вам расположение. Можно воспользоваться также кнопкой  – **Сдвинуть** на панели **Вид**.

Для увеличения масштаба изображения в окне построений можно воспользоваться инструментом **Увеличить масштаб рамкой**, расположенный на панели инструментов **Вид**. При использовании этой команды нужно графическим курсором указать область экрана изображение в которой необходимо увеличить.

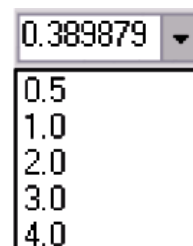


Рис. 8.12 – Команда, Текущий масштаб, и ее расширение


8.4. Установка системы координат

При работе в системе КОМПАС-3D используется декартова правая система координат.

Начало абсолютной системы координат чертежа всегда находится в левой нижней точке габаритной рамки формата.


Для удобства работы пользователь может создавать в графических документах произвольное количество локальных систем координат и оперативно переключаться между ними.

Команда «Локальная система координат» позволяет создавать в текущем виде чертежа или во фрагменте различные локальные системы координат, устанавливая любую из них в качестве текущей системы координат (СК), а также изменять их параметры.

Для вызова команды необходимо нажать кнопку  «Локальная СК» (ЛСК) на панели текущего состояния или выбрать ее название в меню «Вставка-Локальная СК». После этого курсор принимает форму осей системы координат. Необходимо задать точку начала отсчета создаваемой ЛСК и угол поворота ее осей. Эти параметры можно указать мышью или ввести в соответствующие поля панели свойств.

В поле «Имя ЛСК» можно ввести произвольное имя для облегчения ее последующего поиска и выбора из списка.

Зафиксировать созданную систему координат кнопкой  «Создать объект» на панели специального управления.

Чтобы отказаться от создания системы координат, необходимо нажать кнопку  «Прервать команду» на панели специального управления или клавишу «Esc».

После создания ЛСК она автоматически будет установлена в качестве текущей системы координат. Ее имя появится в окне «Выбор ЛСК».


В этом окне содержится список имеющихся в документе локальных систем координат. Чтобы сделать какую-либо из них текущей, необходимо выделить ее имя в списке и нажать кнопку «Текущая локальная СК».

Чтобы удалить какую-либо из систем координат, необходимо выделить ее имя в списке и нажать кнопку «Удалить».

Если панель свойств расположена горизонтально, то для открытия и закрытия окна работы с ЛСК требуется нажать кнопку «Выбор ЛСК».

Чтобы задать параметры отрисовки символа начала ЛСК, необходимо нажать кнопку «Настройка...» на панели свойств. На экране появится диалог настройки параметров отрисовки осей координат.

8.5. Создание графических примитивов

Для создания изображений на чертеже необходимо активизировать инструментальную панель «Геометрия» кнопкой , находящейся на «Компактной панели» (рис. 8.13), или вызвать команду «Инструменты → Геометрия ...» и назначить тип геометрического примитива.

После этого будет активизирована «Панель свойств», которая служит для ввода параметров и задания свойств геометрических примитивов при их создании и в дальнейшем редактировании.

В состав панели свойств входят:

1. Заголовок.
2. Панель специального управления.
3. Вкладки.
4. Область выбора вкладки.

Включение и отключение панели свойств производятся командой «Вид → Панели инструментов → Панель свойств».

Панель свойств может находиться в «плавающем» или «прикрепленном» состоянии. «Прикрепление» возможно только к правой, левой или нижней границе главного окна КОМПАС-3D. Для прикрепления панели свойств к нужной границе окна можно воспользоваться командами из контекстно-зависимого меню, вызываемого щелчком правой кнопкой мыши на поле панели свойств.

Панель специального управления (рис. 8.14) находится в левой части **Панели свойств**.

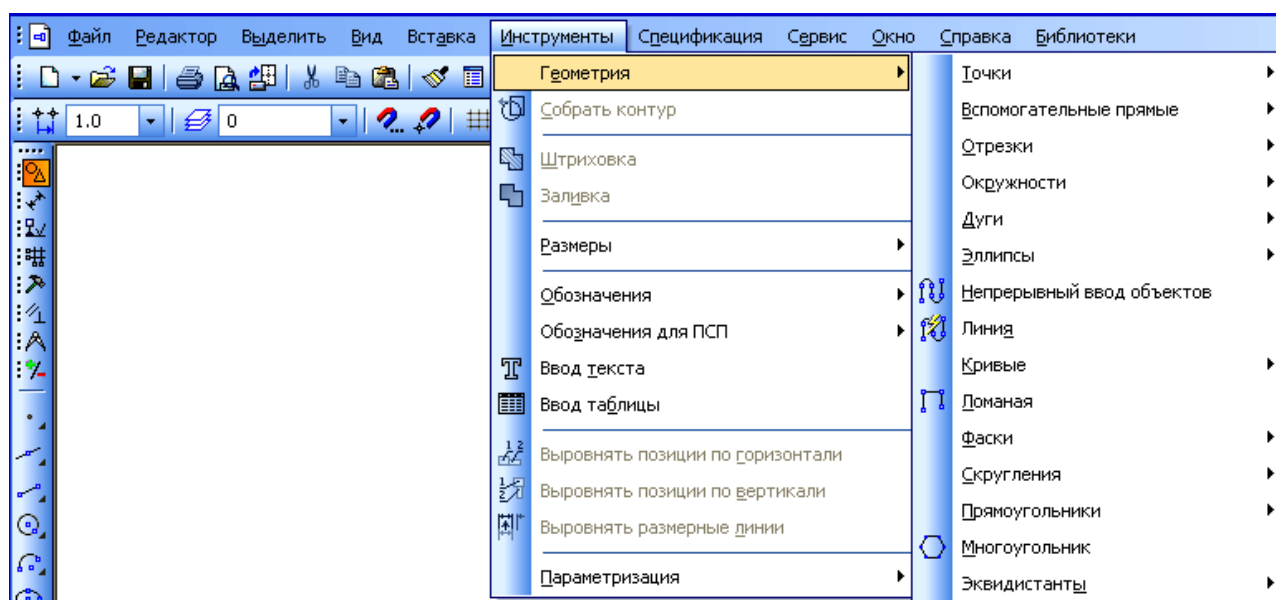


Рис.8.13 – Создание изображений на чертеже



Рис.8.14 – **Панель свойств** и **Панель специального управления**

На панели специального управления расположены кнопки, с помощью которых выполняются специальные действия, такие, как ввод объекта, прерывание текущей команды, включение автоматического создания объекта, вызов справки по текущему действию и т.д. Набор кнопок зависит от выполняемой команды.

На вкладках панели свойств расположены элементы управления процессом выполнения команды. Количество вкладок зависит от конкретной команды. Если вкладок несколько, для активизации нужной вкладки необходимо щелкнуть мышью на ее «корешке» в нижней части панели.

При создании геометрического примитива необходимо обращать внимание на строку сообщений, которая расположена ниже панели свойств. В строке сообщений (если ее показ не отключен при настройке системы) отображаются подсказки по текущему действию или описание выбранной команды.

Перед тем, как создать геометрический примитив, необходимо назначить стиль линии из списка «Стиль» на панели свойств (рис. 8.14). Вспомогательная линия на печать не выводится и может использоваться как линия проекционной связи. По окончании создания чертежа эти линии могут быть удалены командой «Редактор → Удалить → Вспомогательные кривые и точки» из главного меню.

Построение геометрических примитивов может осуществляться либо непосредственным указанием курсором их параметров на чертеже, либо вводом параметров с клавиатуры в соответствующие поля панели свойств, либо комбинированным способом.

Наиболее простым и наглядным приемом построения является прямое указание курсором граничных точек отрезка на поле графического документа. В этом случае при создании отрезка выполняется последовательная фиксация его начальной точки, а затем конечной точки нажатием левой кнопки мышки. Для позиционирования в нужную точку необходимо использовать все предоставляемые в КОМПАС-3D функции привязок (рис. 8.15).

Для отображения и ввода параметров с клавиатуры предназначены специальные поля, отображаемые на панели свойств (рис. 8.16).

Чтобы ввести значение параметра в поле на панели свойств, следует активизировать это поле. Для этого можно щелкнуть мышью по нужному полю.

Можно также активизировать поле, используя клавиатурные комбинации. В имени поля одна из букв или цифр подчеркнута. Чтобы активизировать поле, необходимо нажать клавишу «Alt» и, не отпуская ее, клавишу подчеркнутого символа. Это общее правило для активизации всех полей: необходимо найти имя поля, в имени подчеркнутый символ и нажать клавиши «Alt» + «символ».

8.6. Управление изображением документа в окне

Команды управления изображением расположены в группе команд «Вид → Масштаб» (рис. 8.15). В зависимости от типа активного документа набор этих команд может быть различным. Основные из них можно вызвать с помощью кнопок панели «Вид».

При работе с графическими документами можно вернуться к одному из предыдущих масштабов отображения в окне.

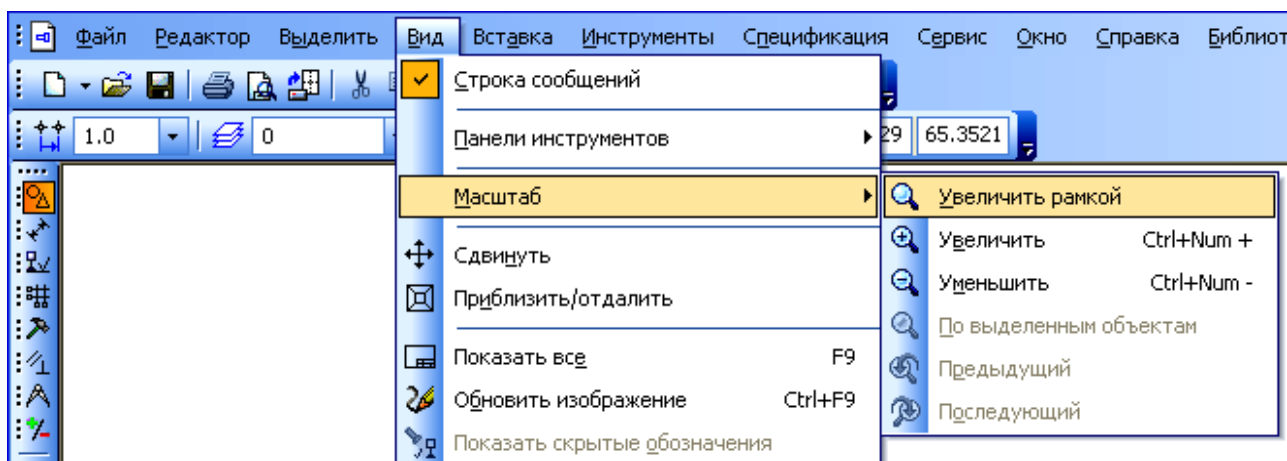




Рис.8.15 – Команды управления изображением

Чтобы вернуться к предыдущему масштабу, необходимо нажать кнопку  «Предыдущий масштаб» или вызвать соответствующую команду из меню «Вид → Масштаб».

Чтобы вновь перейти к следующему масштабу окна, нажать кнопку  «Последующий масштаб» или вызовите соответствующую команду из меню «Вид → Масштаб». Количество переходов к предыдущим и последующим масштабам не ограничено.

8.7. Выделение объектов и отмена выделения

Во время работы с КОМПАС-3D-документами пользователь выполняет различные операции над объектами: редактирует их, копирует, перемещает, поворачивает и т.д.

Большинство команд геометрических построений требуют выделения нужных объектов до своего запуска, например, операции копирования и поворота затрагивают именно те объекты, которые были выделены перед вызовом команды.

Выполнение команд форматирования текста возможно как с применением выделения (в этом случае будет отформатирован выделенный текст), так и без него (в этом случае форматировается вновь набираемый текст).

КОМПАС-3D предоставляет пользователю самые разнообразные возможности выделения объектов и, соответственно, отмены их выделения как с помощью мыши, так и с помощью команд меню.

Для выделения объектов мышью необходимо выполнить следующее.

1. Подвести курсор к нужному объекту. «Ловушка» курсора при этом должна захватывать объект.
2. Щелкнуть левой кнопкой мыши.

Цвет объекта изменится: он будет отрисован тем цветом, который установлен для выделенных объектов в настройках системы.

Если нужно выделить несколько объектов, необходимо нажать клавишу «**Shift**» и, удерживая её нажатой, одновременно щелкать левой кнопкой мыши на нужных объектах. После окончания выделения отпустить клавишу «**Shift**».

Можно выделить несколько объектов другим способом – с помощью прямоугольной рамки. Для этого необходимо установить курсор на свободное место (так, чтобы он не захватывал никаких объектов), нажать левую кнопку мыши и перемещать курсор, удерживая кнопку нажатой. На экране будет отображаться рамка, следующая за курсором. Захватить несколько объектов этой рамкой и отпустить кнопку мыши. Все объекты, целиком попавшие внутрь рамки, будут выделены.

Чтобы отменить выделение объекта, щелкните левой кнопкой мыши в любом месте вне этого объекта. Выделение будет снято, и объект прорисовуется своим нормальным цветом.

КОМПАС-3D позволяет выделять самые различные объекты и их комбинации с помощью команд, собранных на странице меню «**Выделить**». На этой же странице находятся команды для отмены выделения объектов.

После вызова любой из команд на панели специального управления появляется кнопка «Прервать команду», с помощью которой можно завершить текущую команду выделения. При вызове другой команды селектирования выделение с указанных ранее объектов не снимается.

После того, как нужные объекты выделены, с ними можно выполнять различные операции – удалять, перемещать, копировать, заносить в буфер обмена и т. д.

Иногда объект, который требуется выбрать, расположен близко к другим объектам, или наложен на них, или скрыт под ними. При этом трудно (а иногда и вовсе невозможно) указать его курсором.

Для выбора любого из близко расположенных (в том числе наложенных друг на друга) объектов служит команда «**Перебор объектов**», вызываемая из контекстного меню. Команда доступна, когда система ожидает указания объекта или происходит выделение объекта, а в «ловушку» курсора попадает более одного объекта.

После вызова команды объекты можно перебирать, нажимая клавишу «Пробел» или вызывая команду «**Следующий объект**» из контекстного меню.

Когда объект, который требуется выделить, будет подсвечен, для выхода из режима перебора объектов необходимо вызвать команду «**Закончить перебор объектов**» из контекстного меню или перейти к выполнению другой команды.

Если происходит указание объекта в процессе выполнения какой-либо команды, то после подсвечивания нужного объекта можно вызвать команду «**Выбрать подсвеченный объект**» из контекстного меню. Система вернется в режим команды, для которой ранее указывался объект.

Для выхода из режима перебора без указания объекта необходимо вызвать команду «**Отказ от перебора**» из контекстного меню.

8.8. Редактирование изображений на чертеже

При разработке чертежа невозможно обойтись без корректировки объектов, которые могут полностью или частично изменить изображение детали. Некоторые процедуры редактирования являются частью процесса создания чертежа, например копирование объекта вместо его повторного вычерчивания. Другие операции приводят к изменению большого количества объектов, например перенос целого фрагмента чертежа при необходимости освободить место для новых объектов. Часто возникает потребность в удалении каких-то фрагментов, переносе, повороте или изменении масштаба.

В системе КОМПАС-3D возможны следующие способы редактирования объектов:

- перемещение объектов с помощью мыши;
- редактирование объектов с помощью изменения положения характерных точек, которые возникают после выделения объекта (рис. 8.16);
- редактирование объектов путём изменения их параметров в панели «Свойства»;
- редактирование объектов с использованием кнопки «Редактор» главного меню (рис. 8.16);
- редактирование с использованием команд инструментальной панели «Редактирование» (рис. 8.16).

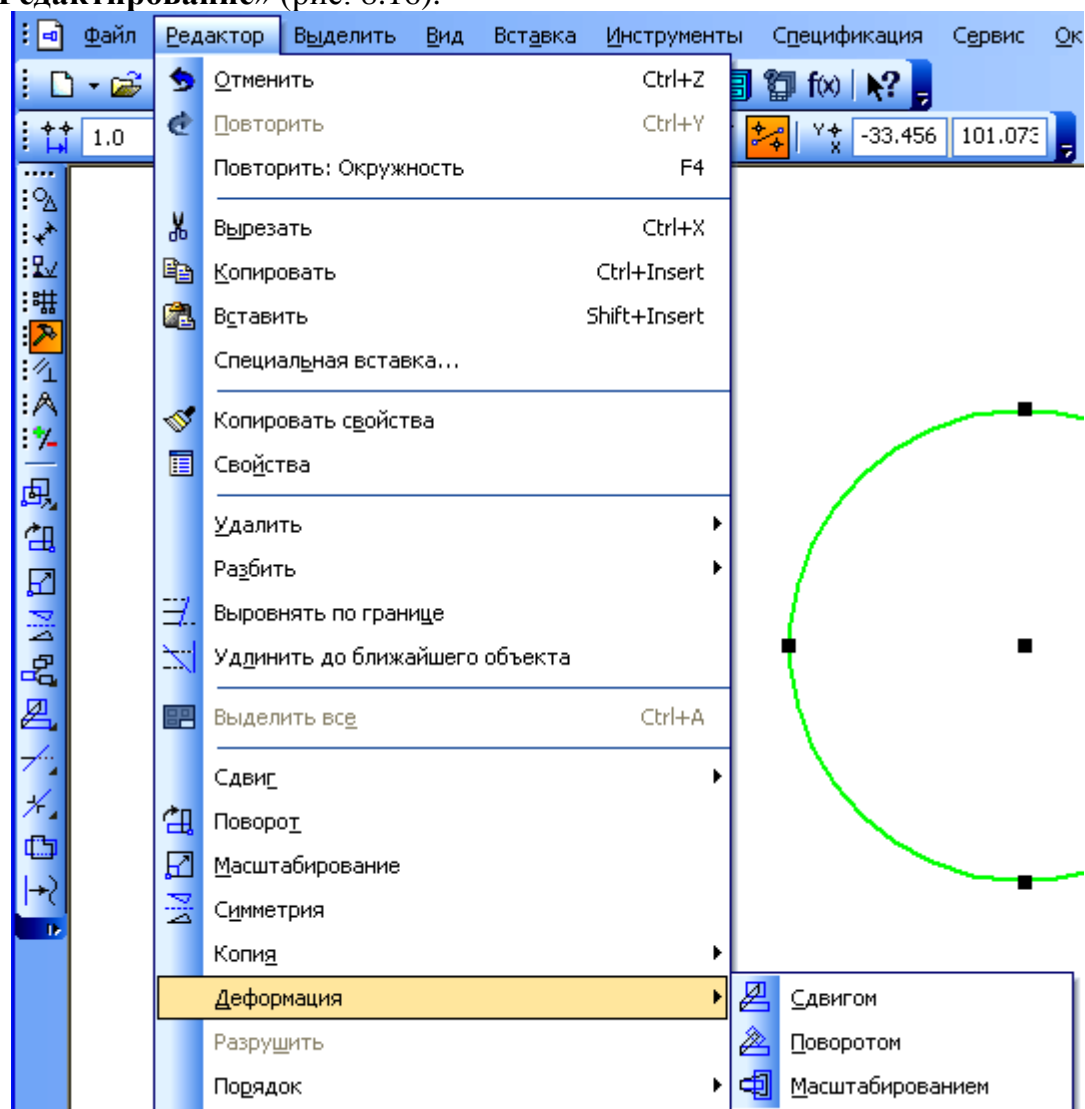


Рис.8.16 – Редактирование объектов

Следует помнить, что часть команд редактирования доступна только после выделения объектов.

Эффективное использование редактирования при создании чертежей деталей приводит к сокращению времени на создание чертежей. Основные команды, ускоряющие работу, содержатся в инструментальных панелях **«Редактирование»** и **«Параметризация»**.

С другими командами редактирования чертежей можно познакомиться в справочной системе КОМПАС-3D.

8.9. Пример создания и редактирования чертежа детали «Вал»

Рассмотрим последовательность создания чертежа.

1. Создать новый документ – **«Чертёж»**. Установить формат А4.
2. На компактной панели активизировать инструментальную панель **«Геометрия»**.
3. Вызвать команду **«Отрезок»**. Установить стиль линии **«Осевая»**. В ответ на запрос системы «Укажите начальную точку отрезка или введите её координаты» нажать **«Alt» + «1»**, в выделенном поле (координата X) ввести 55, нажать кнопку **«Tab»** и ввести число 210 (координата Y) и затем **«Enter»**.
4. В ответ на запрос системы «Укажите конечную точку отрезка или введите её координаты» нажать **«Alt» + «Д»**, ввести число 100 и нажать **«Enter»**. Затем **«Alt» + «У»**, число 0 и **«Enter»**. Прервать команду.
5. Нажать кнопку **«Локальная СК»**. На запрос системы «Укажите точку начала отсчёта локальной системы координат или введите её координаты» нажать **«Alt» + «Т»**, в выделенном поле ввести число 55, нажать **«Tab»** и ввести число 210, нажать **«Enter»**. Нажать сочетание клавиш **«Alt» + «У»**, в активированном поле ввести значение 0 и нажать **«Enter»**. Прервать команду. Указать точку начала ЛСК и направление осей можно с помощью курсора и привязок (рис. 8.22).
6. Вызвать команду **«Непрерывный ввод объектов»**. Установить тип линии **«Основная»**. При вычерчивании только горизонтальных и вертикальных отрезков целесообразно включить кнопку **«Ортогональное черчение»**. Для указания начала отрезка нажать клавиши **«Alt» + «1»**, затем 5,0 **«Tab»** 0,0 **«Enter»**. Показать курсором направление отрезка, нажать клавиши **«Alt» + «Д»** и ввести численное значение его длины (15). Нажать два раза **«Enter»**. Аналогично построить другие отрезки, определяющие контур вала, по размерам на рисунке 8.23.



Рис.8.22 – Точка начала ЛСК

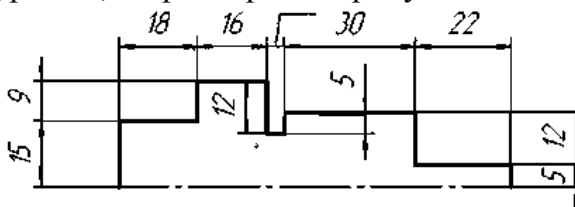


Рис.8.23 – Контур вала

7. Вызвать команду **«Фаска»**. В панели свойств выбрать тип фаски **«Фаска по длине и углу»** (рис. 8.24), в поле **«Длина»** установить 2,5, в поле **«Угол»** – 45° и курсором на торцах будущего чертежа вала последовательно указать отрезки для построения фаски с фиксацией каждой левой кнопкой мыши.

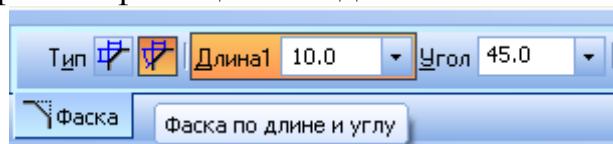


Рис.8.24 – Построение фаски по длине и углу

8. Вызвать команду «Отрезок» и построить границы фасок.
9. Активизировать инструментальную панель «Редактирование». Выбрать команду «Выровнять по границе» (рис. 8.25).

На запрос системы «Укажите кривую-границу для выравнивания» выделить курсором осевую линию (рис. 8.26).

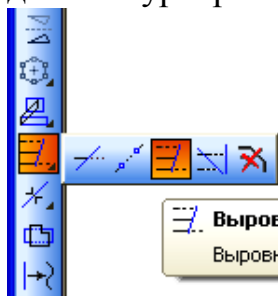


Рис.8.25 – Активация панели «Редактирование»

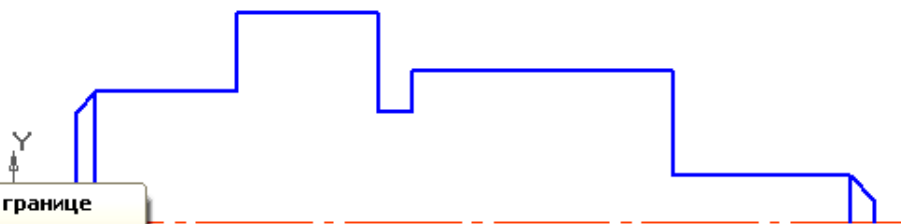


Рис.8.26 – Указание границы для выравнивания

На запрос системы «Укажите кривую, которую нужно выровнять» последовательно курсором указать вертикальные отрезки (рис. 8.27). Прервать команду.

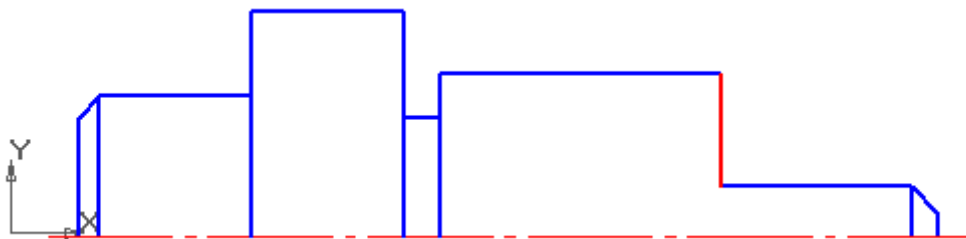


Рис.8.27 – Указание кривой для выравнивания

10. Любым способом выделить контур вала на чертеже, например, командой «Выделить → По стилю кривой → Основная → ОК».
11. Нажать кнопку «Симметрия» на панели «Редактирование». На запрос системы «Укажите первую точку на оси симметрии или введите её координаты» нажать кнопку выбора базового объекта (рис. 8.28) и указать осевую линию.

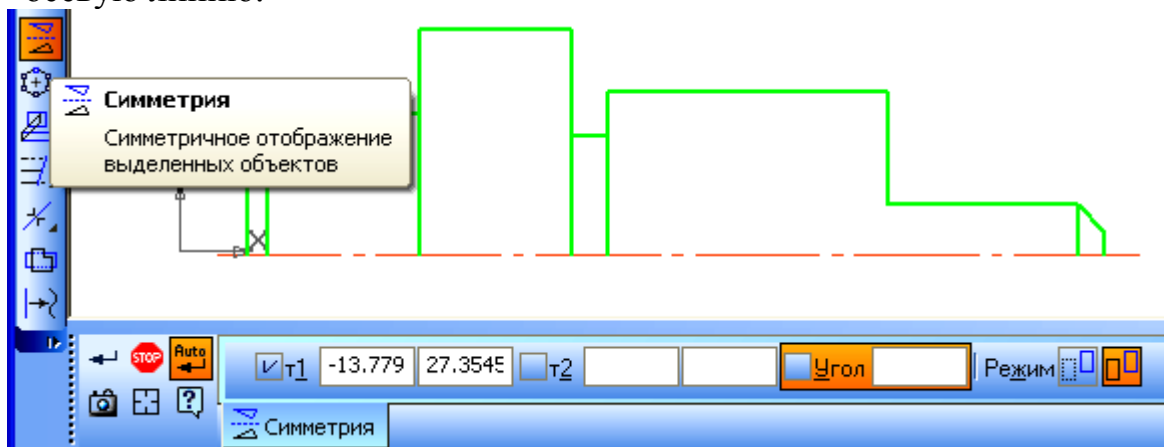


Рис. 8.28 – Выбор базового объекта

12. Активизировать инструментальную панель «Геометрия» и вызвать команду «Кривая Безье». В поле «Стиль» установить «Для линии обрыва». На запрос системы «Укажите начальную точку на кривой» с помощью привязки вы-

брать точку на левом торце вала и далее построить кривую, как показано на рис. 8.29.

13. Нажать кнопки «Создать объект» и «Прервать операцию».
14. Активизировать панель «Редактирование» и вызвать команду «Усечь кривую». Указанием курсора удалить элементы фаски (рис. 8.30).

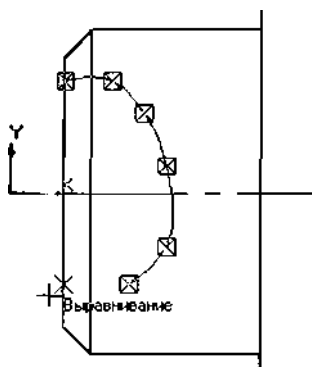


Рис. 8.29 – Построение «Кривой Безье»

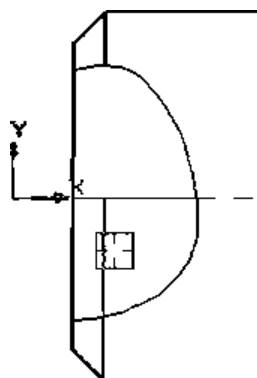


Рис. 8.30 - Выполнение команды
«Усечь кривую»

15. Активизировать панель «Геометрия» и начертить отверстие (рис. 8.31).

Вызвать команду «Штриховка», в панели свойств установить её параметры и указать курсором точку внутри области (рис. 8.32). Нажать кнопки «Создать объект» и «Прервать операцию».

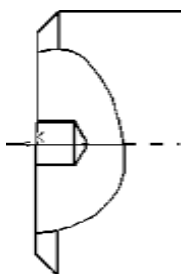


Рис. 8.31 – Вычерчивание отверстия

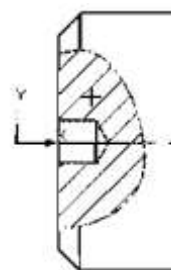


Рис. 8.32 – Выполнение команды «Штриховка»

16. Активизировать панель «Размеры» и выбрать команду «Линейный от общей базы» (рис. 8.33).

На запрос системы «Укажите базовую точку размеров» курсором выбрать нижнюю точку правого торца вала (рис. 8.34) и зафиксировать левой кнопкой мыши. Затем указать вторую точку (размер фаски). Нажать на белое поле окна «Текст» и установить необходимый размерный текст (рис. 8.35).



Рис. 8.33 – Активация панели «Размеры»

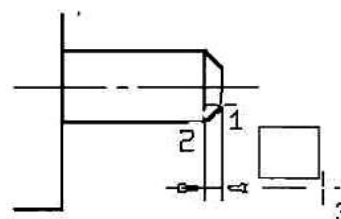


Рис. 8.34 – Выбор базовой точки

Перейти на закладку «Параметры» панели свойств, нажать кнопку «Размещение размерной надписи» и выбрать способ размещения надписи (рис. 8.36). Курсором установить положение размерной линии и надписи. Затем указать вторую точку привязки следующего размера и так далее. Аналогичным образом проставить необходимые диаметральные размеры (рис. 8.37).

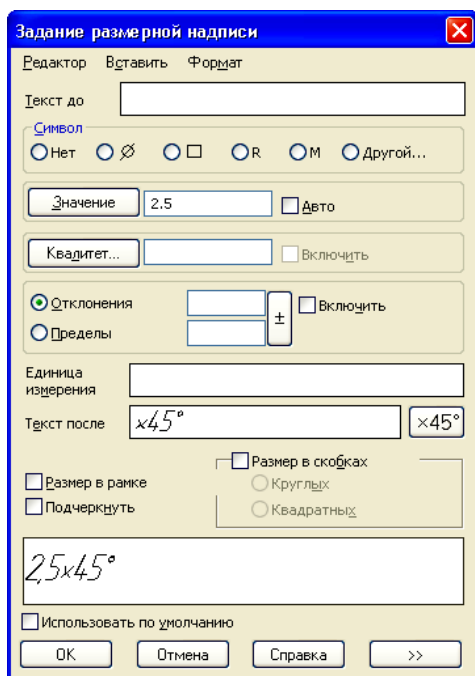


Рис. 8.35 – Задание размерной надписи

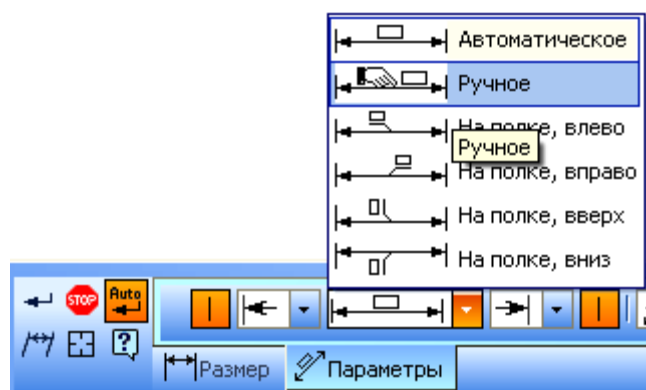


Рис.8.36 – Размещение размерной надписи

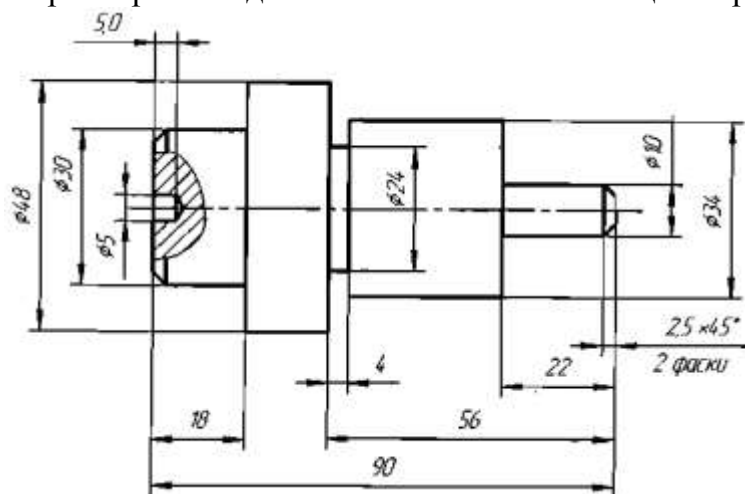


Рис. 8.37 – Простановка диаметральных размеров

17. Заполнить основную надпись (рис. 8.38). Для этого два раза щёлкнуть левой кнопкой мыши по основной надписи, поставить мерцающий курсор в необходимое поле и ввести текст.

					НАГХ.КГ.02.10.003 РЧ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вал		
Разраб.	Швыдкий						
Проб.	Лусь						
Т.контр.							
Н.контр.					300С-11		
Утв.							

Рис. 8.38 – Заполнение основной надписи

8.10. Использование библиотек КОМПАС-3D

Значительно сокращает и упрощает создание чертежей использование библиотек КОМПАС-3D, в которых содержатся изображения стандартных деталей и типовых элементов в параметрическом виде.

Для работы и управления библиотеками необходимо вызвать менеджера библиотек (рис. 8.39) из меню «Сервис → Менеджер библиотек» или нажать кнопку «Менеджер библиотек» на стандартной панели.

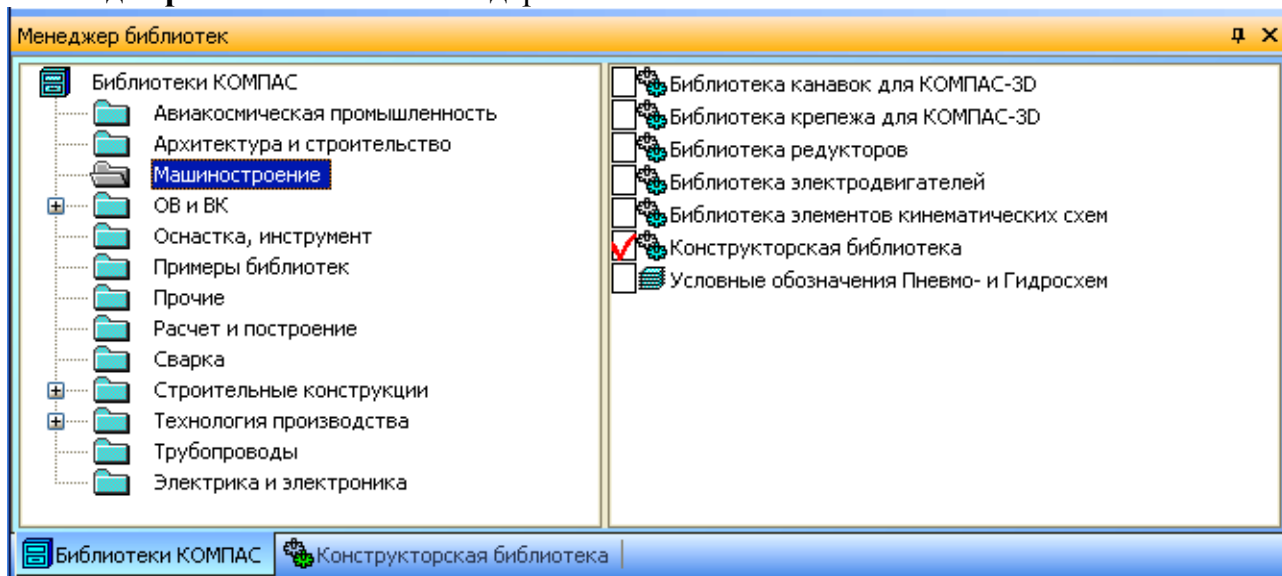


Рис. 8.39 – Менеджер библиотек

С помощью менеджера можно подключать, отключать и запускать библиотеки, выбирать режим их работы (рис. 8.40).

Рассмотрим вариант использования конструкторской библиотеки на примере создания фрагмента задания «Болтовое соединение».

1. Создать документ – чертёж, установить формат листа А3, ориентация – горизонтальная.
2. Вызвать менеджера библиотек. Раскрыть раздел «Машиностроение», включить опцию «**Конструкторская библиотека**» и активизировать появившуюся на панели вкладку конструкторской библиотеки.

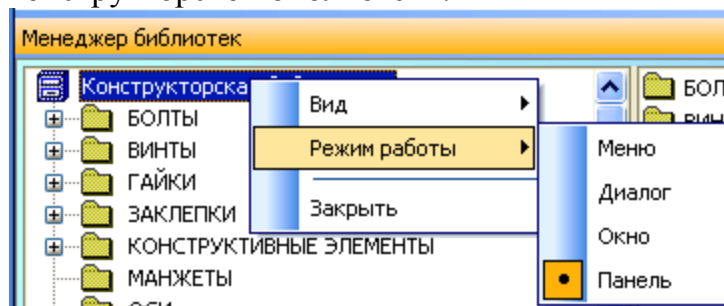


Рис.8.40 – Подключение конструкторской библиотеки

3. В списке элементов библиотеки выбрать «**Крепёжный элемент**» и дважды щёлкнуть по его названию.
4. В диалоговом окне крепёжного элемента (рис. 8.41) установить диаметр резьбы, толщину скрепляемых деталей и выбрать вид изображения. Включить опцию «Отверстие» и «Автоподбор».

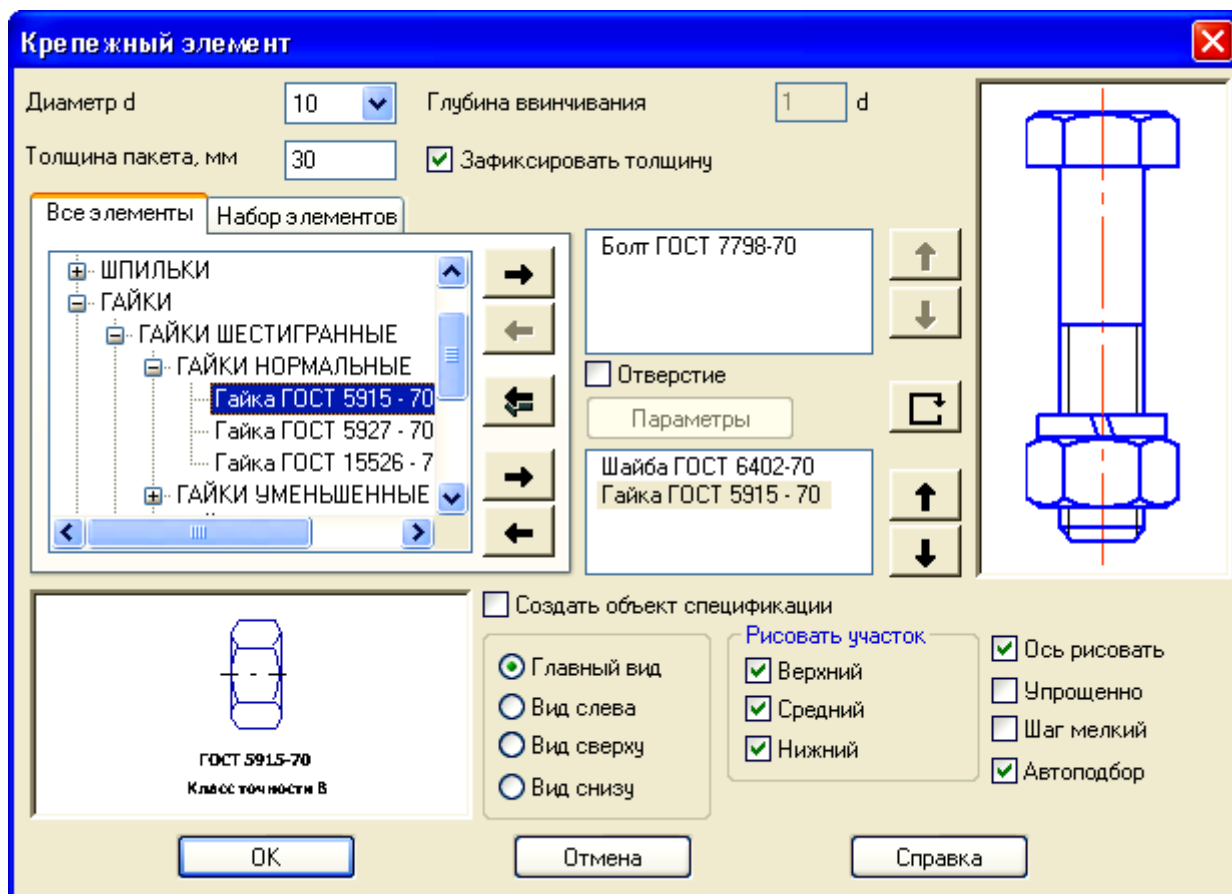


Рис.8.41 – Диалоговое окно крепежного элемента

Если необходимо изменить параметры какой-либо крепежной детали, добавить или удалить детали, то в левом диалоговом окне раскрыть список элементов, выбрать требуемый и кнопками «Добавить» или «Удалить» произвести редактирование. Нажать кнопку «ОК».

5. На экране отобразится фантом крепежного элемента и диалоговое окно «Крепёжный элемент» (рис. 8.42).

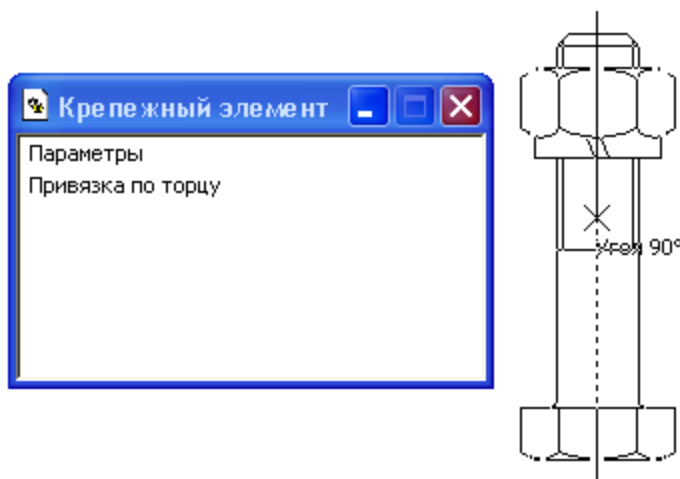


Рис.8.42 – Диалоговое окно «Крепёжный элемент»

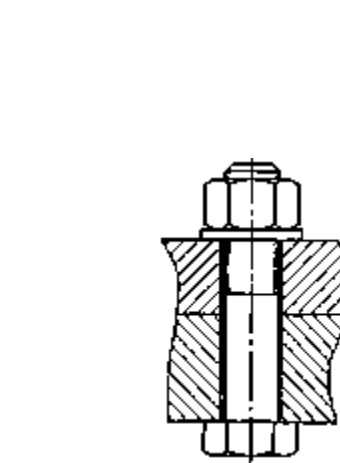


Рис. 8.43 – Фрагмент соединения болтом

С использованием привязки установить элемент на чертеже. Для изменения режима привязки необходимо два раза щёлкнуть по названию команды привязки.

6. Активизировать панель «Геометрия» и завершить создание фрагмента, как показано на рисунке 8.43.

ЛЕКЦИЯ 9. СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ОСЕЙ И ПЛОСКОСТЕЙ, А ТАКЖЕ С ЭЛЕМЕНТАМИ ЕЕ ОБРАБОТКИ

- 9.1. Общие сведения.
- 9.2. Основные элементы интерфейса 3D-моделирования.
- 9.3. Команды построения трехмерных моделей.
 - 9.3.1 Команда Эскиз из библиотеки.
 - 9.3.2 Команда Эскиз.
 - 9.3.3 Команда Операция.
 - 9.3.4 Команда Приклеить.
 - 9.3.5 Команда Вырезать.
- 9.4. Вспомогательные примитивы.
 - 9.4.1 Вспомогательные оси.
 - 9.4.2 Вспомогательные плоскости.
- 9.5. Команды обработки 3D-модели.

9.1. Общие сведения

Общим принципом твердотельного моделирования является выполнение над телами *булевых* операций: *объединения*, *вычитания* и *пересечения*.

Принцип формообразования объемных геометрических элементов определяется перемещением в пространстве плоской фигуры, называемой эскизом. В зависимости от вида перемещения – прямолинейное, вращательное или криволинейное – образуются соответствующие тела. Так, прямолинейное перемещение порождает призмы, пирамиды, цилиндры или конусы. Вращением плоской фигуры создаются тела вращения. Криволинейное перемещение позволяет создавать тела, ограниченные сложными криволинейными поверхностями. Создавая различные формы эскизов, а также комбинируя различные перемещения, можно создавать тела практически произвольной формы.

После построения 3D-модели детали можно получить ее чертеж. Для этого нужно указать необходимые виды, провести линии разрезов и сечений. Чертеж создается в автоматизированном режиме.

9.2. Основные элементы интерфейса 3D-моделирования

Основные элементы интерфейса 3D-моделирования во многом аналогичны элементам интерфейса при 2D-моделировании. Имеются и отличия. Так, состав компактной панели существенно отличается. Добавлена новая панель – **Дерево построения** (рис. 9.1). В ней отражается весь процесс построения модели. В состав **Инструментальных панелей** и **Главного меню** введены команды, необходимые для трехмерного моделирования.

Процесс формообразования трехмерной модели начинается с ее первого фрагмента – основания. Основание может быть создано одним из четырех способов: выдавливанием, вращением, кинематически и по сечениям.

Создание основания начинается с эскиза, который располагается в одной из координатных плоскостей: **Фронтальной**, **Горизонтальной** или **Профильной**. Других плоскостей пока нет. Выбор плоскости зависит от ориентации детали в пространстве.

В дальнейшем, при формировании других элементов модели, эскиз может выполняться также на гранях модели или вспомогательных плоскостях.

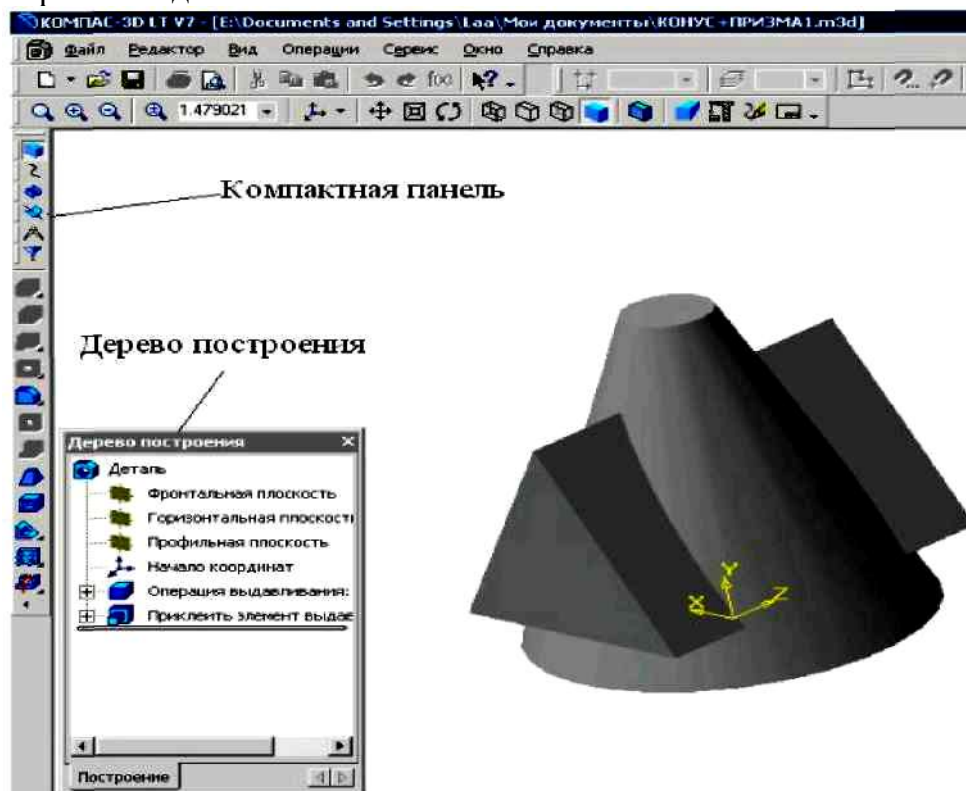


Рис.9.1 – Главное окно КОМПАС при создании документа **Деталь**



В процессе формирования модели возникает необходимость в изменении ее ориентации в пространстве. Для вызова нужной команды выберите ее название из меню Вид или нажмите кнопку  **Ориентация** на инструментальной панели Вид. В первом случае возможность изменения текущей ориентации на стандартную или пользовательскую предоставляет диалоговое окно, показанное на рис. 9.2.



Рис. 9.2. - Диалоговое окно **Ориентация вида**

Другой способ задания нужной ориентации модели заключается в выборе команды из меню кнопки  **Ориентация** (рис. 9.3).

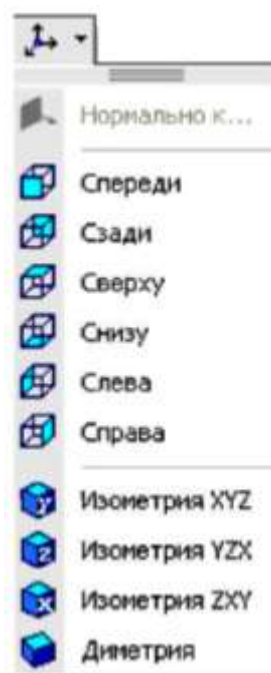


Рис. 9.3. - Диалоговое окно **Ориентация**

В системе КОМПАС имеется несколько типов отображения модели (рис. 9.4).

Нужная команда, управляющая режимом отображения, выбирается из меню **Вид-Отображение** или нажатием кнопки соответствующей команды на панели инструментов.

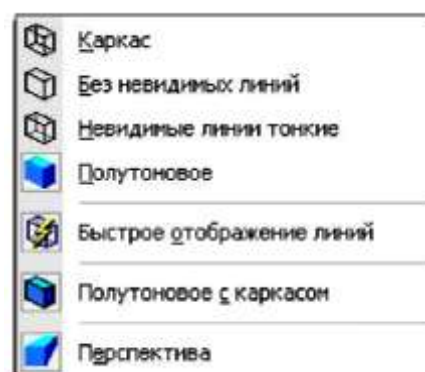





Рис. 9.4 – Способы отображения модели на экране

9.3. Команды построения трехмерных моделей

Одним из вариантов выбора команд для создания трехмерных моделей является пункт **Операции Выпадающего меню**. Этот пункт имеет список из 21 команды, расположенных в 5 блоках (рис. 9.5). В первом блоке находятся команды **Эскиз** и **Эскиз из библиотеки**. Первая команда предполагает выполнение эскиза вручную (средствами графического редактора), а вторая – выбор эскиза из библиотеки. Во втором блоке находится восемь команд формообразования 3D-модели по его эскизу: **Операция**, **Деталь-заготовка**, **Приклеить**, **Вырезать**, **Пространственные кривые**, **Поверхность**, **Ось** и **Плоскость**. В третьем блоке находится команда **Линия разреза**, предназначенная для разбиения граней. Четвертый блок содержит семь команд: **Фаска**, **Скругление**, **Отверстие**, **Ребро жесткости**, **Уклон**, **Оболочка** и **Сечение**. Эти команды предназначены для редактирования полученной ранее трехмерной модели. В последнем блоке приводятся команды, позволяющие копировать 3D-модели различными способами: **Массив элементов**, **Зеркальный массив** и **Зеркально отразить все**.

9.3.1. Команда Эскиз

Команда **Эскиз** предназначена для создания плоского изображения, используемого в дальнейшем при создании трехмерного объекта различными способами. Она доступна, если выделен какой-либо эскиз или плоский объект. Для вызова команды **Эскиз** нужно нажать кнопку  на панели инструментов или выбрать ее название из меню **Операции** (рис. 9.5). Если кнопка **Эскиз** нажата, то это свидетельствует, что система находится в режиме редактирования эскиза. В нем доступны все команды построения графических объектов, команды измерения и ряд других. На рис. 9.6 в **Дереве построений** для выполнения эскиза выбрана координатная плоскость **XY**, кнопка  **Эскиз** нажата, а эскиз находится в режиме создания.

Порядок построения в эскизах ничем не отличается от порядка построения аналогичных объектов в графическом документе. После построения эскиза для возвращения в режим работы с 3D-моделью нужно отжать кнопку  **Эскиз**.

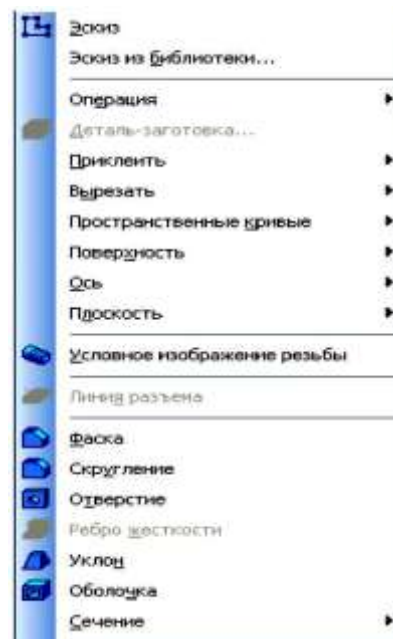


Рис 9.5 – Команды раздела **Операции Выпадающего меню**

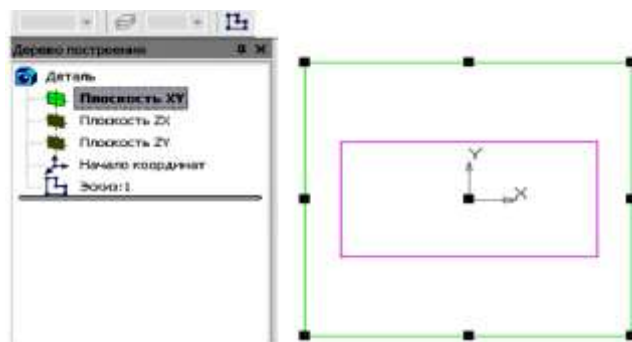


Рис. 9.6 – Создание эскиза на координатной плоскости

9.3.2. Команда Эскиз из библиотеки

Эта команда позволяет создать на выделенной плоскости или плоской грани новый эскиз, для которого в качестве изображения используется фрагмент из библиотеки. После вызова команды на вкладке **Параметры Панели свойств** появляется панель выбора эскиза из библиотеки (рис. 9.7), представляющая собой библиотеку фрагментов. После выделения нужного фрагмента из списка его изображение появляется в области просмотра на панели выбора эскиза. В окне модели появляется фантом этого фрагмента. По умолчанию точка вставки фрагмента совпадает с началом координат эскиза, а угол поворота равен нулю. Эти параметры могут быть изменены на вкладке **Параметры**. Размеры фрагмента могут быть изменены в режиме редактирования после вставки его из библиотеки.

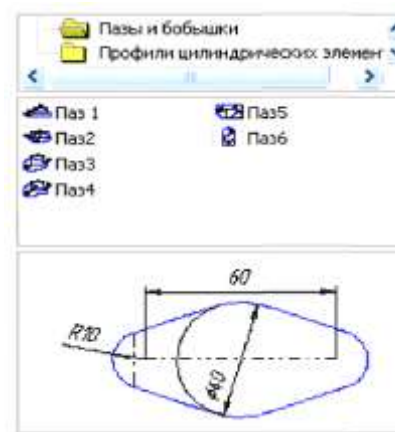


Рис. 9.7 – Панель выбора эскиза из библиотеки

9.3.3. Команда Операция

Формообразующее перемещение эскиза, в результате которого образуется объемный элемент, называется операцией. Система КОМПАС располагает четырьмя операциями: **Выдавливание**, **Вращение**, **Кинематическая** и **По сечениям**.

9.3.3.1 Команда Выдавливание

Команда **Выдавливание** позволяет создать основание детали, представляющее собой тело выдавливания. Тело выдавливания образуется путем перемещения эскиза в направлении, перпендикулярном его плоскости. Команда доступна, если выделен один эскиз.

Для вызова команды нажмите кнопку  **Операция выдавливания** на инструментальной панели редактирования детали или выберите ее название из меню **Операции**.

Задайте направление, в котором требуется выдавливать эскиз: **Прямое направление**, **Обратное направление**, **Два направления** и **Средняя плоскость** (рис. 9.8). Выберите вариант определения величины выдавливания из списка **Способ**: **На расстояние**, **Через все**, **До вершины**, **До поверхности**, **До ближайшей поверхности** (рис. 9.9).

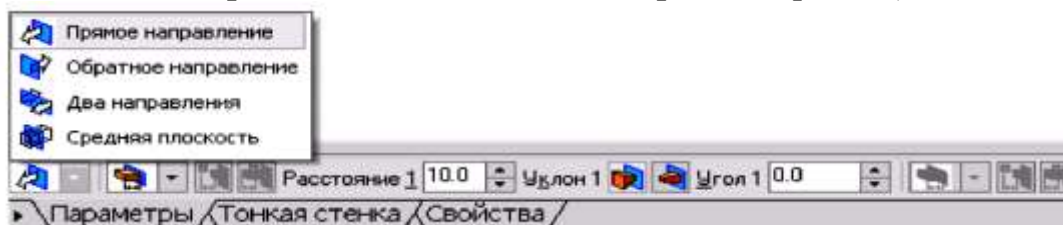


Рис. 9.8 – Окно выбора направления выдавливания

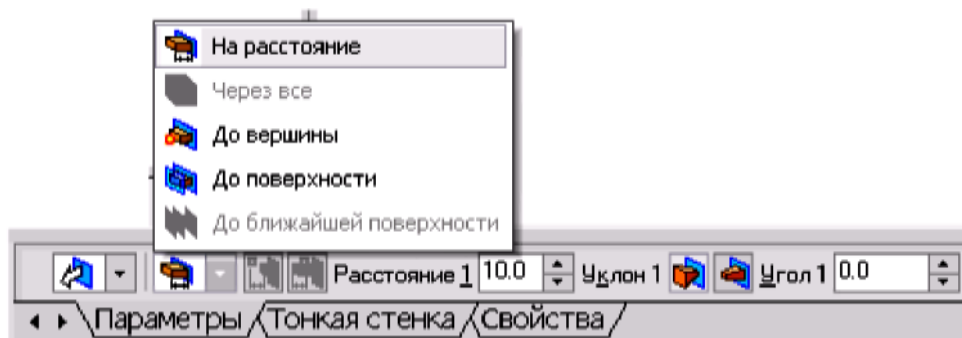


Рис. 9.9 – Окно выбора величины выдавливания

Выбор варианта **На расстояние** означает, что выдавливание может производиться только на заданное расстояние.

Выбор варианта **Через все** означает, что величина выдавливания определяется автоматически: эскиз выдавливается до грани, наиболее удаленной от плоскости эскиза в направлении выдавливания.

Вариант **До вершины** означает, что глубина выдавливания определяется автоматически по положению указанной пользователем вершины. При этом плоскость, ограничивающая выдавливаемый элемент, должна «заходить» за вершину или «не доходить» до нее на заданное расстояние. При выборе варианта **До вершины** требуется указать эту вершину в окне детали.

Выбор варианта **До поверхности** означает, что глубина выдавливания определяется автоматически после указания пользователем соответствующей поверхности. При этом поверхность, ограничивающая элемент, должна «заходить» за поверхность или «не доходить» до нее на заданное расстояние. Форма «торца» элемента повторяет форму указанной поверхности. При выборе варианта **До поверхности** требуется указать эту поверхность (плоскость, грань) в окне детали (указанная поверхность подсвечивается). Если указанная грань криволинейная, проекция выдавливаемого эскиза должна полностью принадлежать этой грани.

Выбор варианта **До ближайшей поверхности** означает, что величина выдавливания определяется автоматически: эскиз выдавливается до грани, наименее удаленной от плоскости эскиза в направлении выдавливания. Форма «торца» элемента повторяет форму ограничивающей его поверхности. Ввод величины выдавливания осуществляется в поле **Расстояние 1** на вкладке **Параметры**.

Чтобы наклонить боковые грани элемента выдавливания, нужно выбрать направление уклона с помощью переключателя **Уклон 1** и ввести значение угла в поле **Угол**.

Если было выбрано выдавливание в двух направлениях, то способ определения глубины выдавливания и числовые параметры (в полях **Расстояние 2**, **Угол 2** и **Уклон 2**) требуется задать дважды – для прямого и обратного направления.

Если был выбран вариант **Средняя плоскость**, то параметры задаются один раз. При этом заданное расстояние понимается как общая глубина выдавливания (то есть в каждую сторону откладывается его половина). Параметры уклона считаются одинаковыми в обоих направлениях.

Управление построением тонкостенных элементов всех типов (**выдавливания, вращения, по сечениям и кинематического**) производится на вкладке **Тонкая стенка** **Панели свойств**. Способ задания толщины стенки выбирается с помощью списка **Тип построения** тонкой стенки. Выбор варианта **Нет** означает отказ от создания тонкой стенки. Для создания тонкой стенки введите нужное значение в поле **Толщина стенки** (рис. 9.10).

Если выбрано создание тонкой стенки В двух направлениях, толщину требуется ввести дважды (для направлений внутрь и наружу). Если поверхность тела была выбрана в качестве средней плоскости стенки, то введенное значение толщины считается общим (в каждом направлении откладывается его половина). Изменение толщины стенки или способа ее определения отображается на фантоме элемента в окне детали. Это позволяет оценить правильность задания параметров стенки и при необходимости откорректировать их.

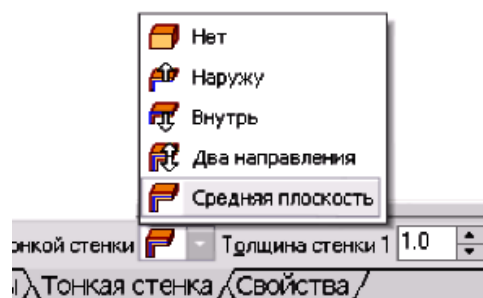


Рис. 9.10 – Способы задания толщины стенки

Настройка свойств поверхности производится на вкладке **Свойства Панели Свойств**.

В поле **Наименование** автоматически введено название операции. Оно будет отображаться в **Дереве построения**.

Для изменения цвета модели включите опцию **Использовать цвет детали** на вкладке **Свойства Панели Свойств**. Цвет выбирается из раскрывающегося списка **Цвет**. Список доступен при выключенной опции **Использовать цвет детали**. Чтобы задать оптические свойства поверхности, переместите на нужное расстояние соответствующий «ползунок». Числовое значение параметра будет отображаться в справочном поле. Настройка оптических свойств доступна при выключенной опции **Использовать цвет детали**.

Пример построения модели, полученной выдавливанием шестиугольника в двух направлениях, приведен на рис. 9.11. Для этого прежде в координатной плоскости **XY** был выполнен шестиугольник, а затем на вкладке **Параметры Панели свойств** выбраны **Два направления** выдавливания, причем по одному направлению на **Расстояние 1** 20.0 расстояние 20 мм **Уклон 1** **Угол 1** 0.0 без уклона, а по другому направлению также на **Расстояние 2** 20.0 расстояние 20 мм, но **Уклон 2** **Угол 2** 22.0 с уклоном наружу под углом 20°.

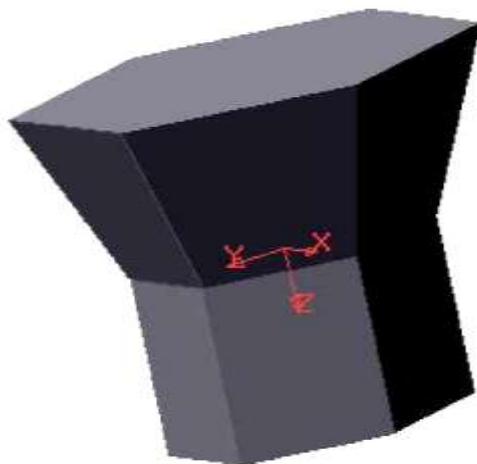



Рис. 9.11 – Модель тела, созданного выдавливанием шестиугольника в двух направлениях

9.3.3.2 Команда Операция вращения

Команда **Операция вращения** позволяет создать модель детали, представляющую собой тело вращения. Команда доступна, если выделен один эскиз. Для вы-

зова команды нажмите кнопку  **Операция вращения** на инструментальной панели редактирования детали или выберите ее название из меню **Операции**.

Группа переключателей **Способ** на вкладке **Параметры Панели свойств** позволяет выбрать способ построения тела (тороид или сфероид), если вращаемый контур не замкнут (рис. 9.12).

Указав направление вращения контура, нужно выбрать строку в списке **Направление: Прямое направление, Обратное направление, Два направления и Средняя плоскость**. Затем задайте угол, на который будет производиться вращение. Для вращения в двух направлениях угол требуется ввести дважды – для прямого и обратного направления. Если был выбран вариант **Средняя плоскость**, то угол задается один раз. Он воспринимается системой как общий угол, то есть в каждую сторону откладывается его половина.

Управление построением тонкостенных элементов производится на вкладке **Тонкая стенка Панели свойств**.

Способ задания толщины стенки выбирается из списка **Тип построения тонкой стенки**. Выбор варианта **Нет** означает отказ от создания тонкой стенки. Для задания толщины введите нужное значение в поле **Толщина стенки**. Если выбрано создание тонкой стенки в двух направлениях, толщину требуется ввести дважды (для направлений внутрь и наружу).

Изменение толщины стенки или способа ее определения отображается на фантоме элемента в окне детали. Это позволяет оценить правильность задания параметров стенки и при необходимости откорректировать их.

Настройка свойств поверхности элемента осуществляется так же, как и при выдавливании.

Пример модели половины шара, полученной в результате вращения половины круга в двух направлениях на 90° , показан на рис. 9.13.

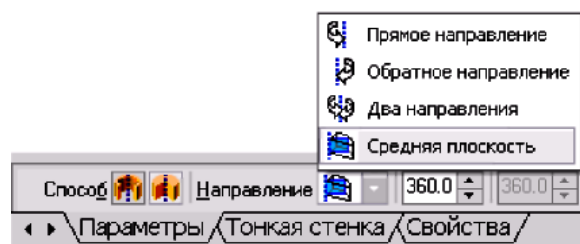


Рис. 9.12 – Выбор способа построения тела вращения

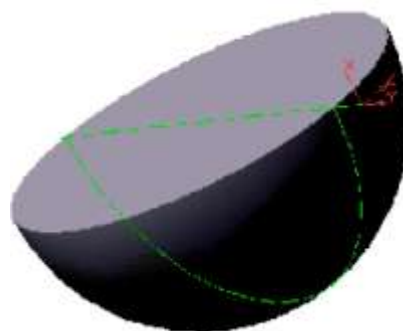



Рис. 9.13 – Модель половины шара

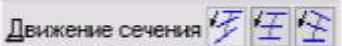


9.3.3.3 Команда Операция кинематическая

Эта команда позволяет создавать модель детали, представляющую результат перемещения эскиза (образующей) вдоль выбранной траектории. При построении кинематической поверхности используются как минимум два эскиза: в одном из них изображена образующая кинематического элемента (кинематической поверхности), в остальных – траектория движения сечения. Эти эскизы задают определитель **Операции кинематической**. В эскизе – сечении (образующая) находится только один контур, который может быть разомкнутым или замкнутым. Если траектория (направляющая) состоит из одного эскиза, должны выполняться следующие условия:

- в эскизе-траектории может быть только один контур;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым;
- в разомкнутом контуре его начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения;
- в замкнутом контуре он должен пересекать плоскость эскиза-сечения.

- Если траектория состоит из нескольких эскизов, должны выполняться следующие условия:
- в каждом эскизе-траектории может быть только один контур;
- контур должен быть разомкнутым;
- контуры в эскизах должны соединяться друг с другом последовательно (начальная точка одного совпадает с конечной точкой другого);
- если эскизы образуют замкнутую траекторию, то она должна пересекать плоскость эскиза-сечения;
- если эскизы образуют незамкнутую траекторию, то её начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения.

Для вызова команды нажмите кнопку  **Кинематическая операция** на инструментальной панели редактирования детали или выберите её название из меню

Операции. Группа переключателей  **Движение сечения** позволяет выбрать один из трёх типов перемещения сечения вдоль траектории: **Сохранять угол наклона**, **Параллельно самому себе** и **Ортогонально траектории**. Для указания параметров выполнения операции следует нажать кнопку  **Сечение** **Сечение**, затем определить траекторию, нажав кнопку  **Траектория** **Траектория**.

Построение тонкостенного кинематического элемента и настройка свойств поверхности элемента ничем не отличается от рассмотренных выше операций выдавливания и вращения.

Пример выполнения кинематической операции по заданному определителю (рис. 9.14) показан на рис. 9.15.

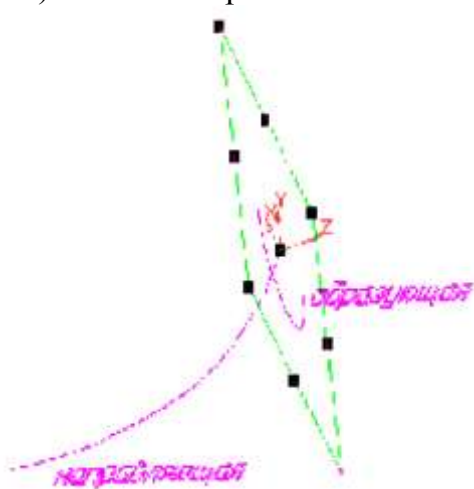


Рис. 9.14 – Определитель кинематической операции

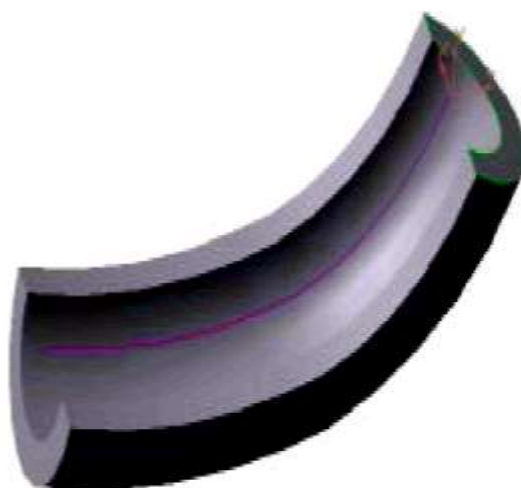



Рис. 9.15 – Модель тела, образованного кинематической операцией

9.3.3.4 Команда Операция по сечениям




Команда **Операция по сечениям** позволяет создать основание детали, указав несколько его сечений, изображённых в разных эскизах. Если необходимо, можно указать направляющую – контур, задающий направление построения элемента по сечениям. Команда доступна, если в детали существует хотя бы два эскиза. Требования к эскизам элемента по сечениям следующие:

- эскизы могут быть расположены в произвольно ориентированных плоскостях;
- эскиз начального (конечного) сечения может содержать контур или точку;
- эскиз промежуточного сечения может содержать только контур;

- контур в эскизе может быть только один
- контуры в эскизах должны быть или все замкнуты, или все разомкнуты.
- Требования к эскизу осевой линии следующие:
- в эскизе может быть только один контур;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым;
- контур должен пересекать плоскости всех эскизов;
- эскиз должен лежать в плоскости, не параллельной плоскостям эскизов сечений.

Для вызова команды нажмите кнопку  (**Операция по сечениям**) на инструментальной панели редактирования детали или выберите её название из меню **Операции**.

Чтобы задать сечение элемента, нажмите кнопку **Сечение** на вкладке **Параметры Панели свойств** и укажите нужные эскизы в Дереве построения (рис. 9.16) или в окне модели.

Перечень эскизов в порядке их указания появляется в окне **Список сечений** (рис. 9.17). В этом же порядке сечения будут соединены при построении элемента. Чтобы изменить порядок следования сечений или удалить какие-либо из них, воспользуйтесь кнопками    над списком.

Чтобы задать осевую линию, задающую общее направление построения элемента, нажмите кнопку на вкладке  Эскиз:4 **Параметры** и укажите нужный объект.

В качестве осевой линии может использоваться любая пространственная или плоская кривая, например: криволинейное ребро, спираль, сплайн, контур в эскизе. Если осевой линией является контур в эскизе, то он должен подчиняться перечисленным выше требованиям.

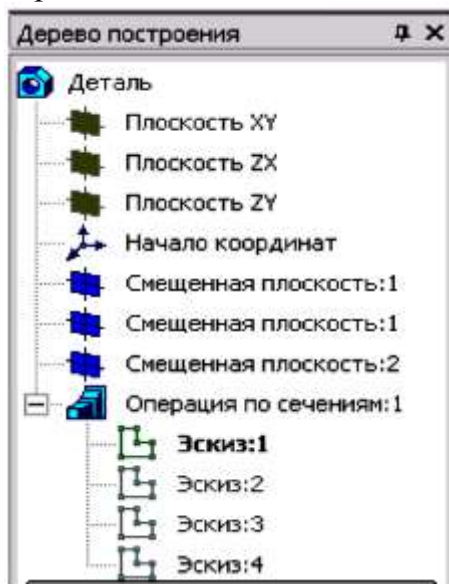


Рис. 9.16 – Выбор эскизов в Дереве построения

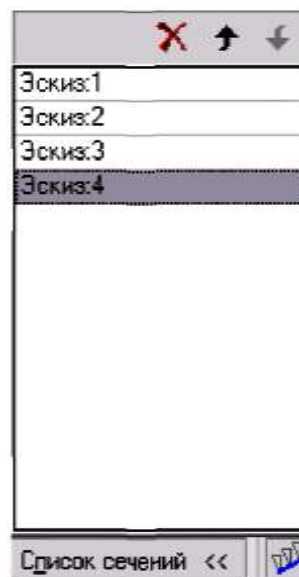





Рис. 9.17 – Окно Список сечений

Если осевая линия выбрана неверно, её можно указать повторно, не выходя из команды. Для этого щёлкните мышью по нужному объекту. Выделение с ранее указанной кривой будет снято. Выбранной для выполнения операции окажется заново указанная кривая. Операция по сечениям может быть выполнена и без указания осевой линии.

В **Списке сечений** начальное и конечное сечения служат для управления способом построения тела у их границы. Группа переключателей  **Траектория** позволяет выбрать способ определения порядка соединения сечений. Активизация переключате-

ля  (**Автоматическая генерация траекторий**) означает, что система автоматически определит, какие точки сечений соединять при построении элемента.

Активизация переключателя  (**Генерация траектории по указанным точкам**) означает, что эскизы будут соединены по точкам, ближайшим к точкам их указания. Если эскизы указываются в **Дереве построения модели**, срабатывает алгоритм автоматической генерации пути. Если сечения не выпуклые, указываете траекторию вручную.

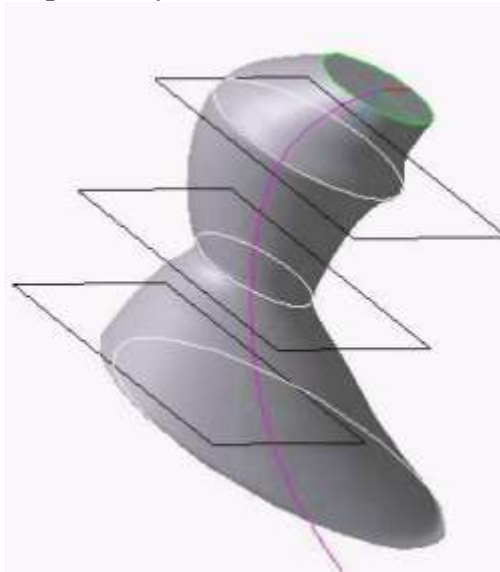


Рис. 9.18 – Модель тела с криволинейной направляющей

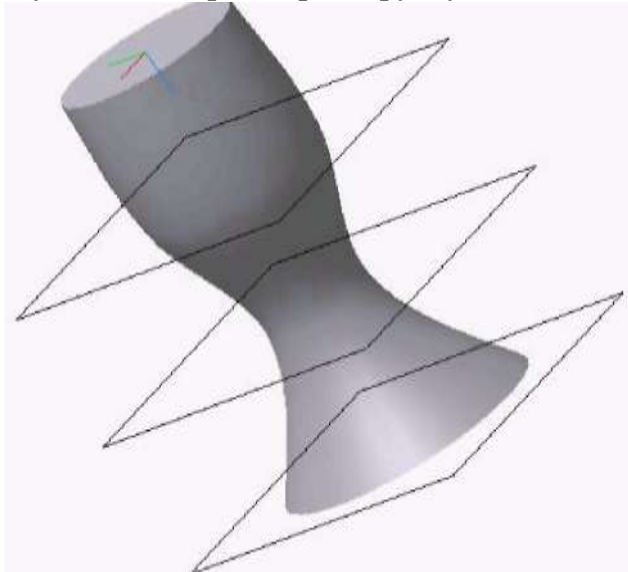


Рис. 9.19 – Модель тела с прямолинейной направляющей

Построение тонкостенного кинематического элемента и настройка свойств поверхности элемента ничем не отличаются от рассмотренных выше операций выдавливания и вращения, кроме следующего условия. Построение тонкостенного тела по сечениям возможно, если только все эскизы – сечения содержат контуры. Использовать эскизы, содержащие точки, для создания такого элемента нельзя. Примеры использования **Операции по сечениям** для криволинейной и прямолинейной направляющих показаны на рис. 9.18 и 9.19, соответственно.

9.3.4. Команда Приклеить

После образования основания детали любым из четырех возможных способов – выдавливанием, вращением, кинематическим способом и по сечениям – дальнейшее преобразование детали идет с использованием команд **Приклеить** и **Вырезать**. Приклеить необходимый элемент к основанию детали также можно любым из четырех возможных способов, поэтому эта команда имеет подменю из четырех команд: **Выдавливанием**, **Вращением**, **Кинематически** и **По сечениям** (рис. 9.20).

9.3.4.1 Команда Приклеить выдавливанием

Команда **Приклеить** выдавливанием позволяет добавить к детали формообразующий элемент, представляющий собой тело выдавливания. Команда доступна, если выделен один эскиз.

Требования к эскизу приклеиваемого элемента выдавливания следующие:

- в эскизе приклеиваемого элемента выдавливания может быть один или несколько контуров;
- допускается любой уровень вложенности контуров.

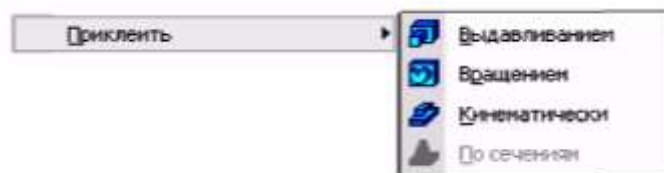





Рис. 9.20 – Команды меню **Операции**

Для вызова команды нажмите кнопку  – **Приклеить выдавливанием** на инструментальной панели редактирования детали или выберите ее название из меню **Операции** (рис. 9.20).

С помощью списка  **Направление** на вкладке **Параметры** **Панели свойств** задайте направление, в котором требуется выдавливать эскиз. Выберите способ определения глубины выдавливания из соседнего списка  **Способ** (рис. 9.21).

Введите величину, характеризующую глубину выдавливания, в поле **Расстояние** на вкладке **Параметры** (рис. 9.21).

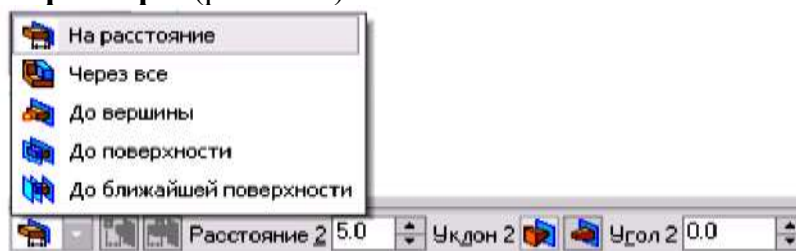


Рис. 9.21 – Выбор способа определения глубины выдавливания и ее параметров

Чтобы наклонить боковые грани элемента выдавливания, выберите направление уклона с помощью переключателя **Уклон**. Этот переключатель имеет два положения: **Наружу** и **Внутрь**. Введите значение угла наклона в поле **Угол**.

Если было выбрано выдавливание в двух направлениях, то способ определения глубины выдавливания и числовые параметры (расстояние выдавливания, угол и направление уклона) требуется задать дважды – для прямого и обратного направлений.

Если был выбран вариант **Средняя плоскость**, то параметры задаются один раз. При этом возможно выдавливание только на расстояние. Заданное расстояние понимается как общая глубина выдавливания (то есть в каждую сторону откладывается его половина). Параметры уклона считаются одинаковыми в обоих направлениях.

Управление построением тонких стенок производится на вкладке **Тонкая стенка** **Панели свойств** (рис. 9.22).

Укажите способ задания толщины стенки с помощью списка **Тип построения** тонкой стенки. Выбор варианта **Нет** означает отказ от создания тонкой стенки.

Введите нужное значение в поле **Толщина стенки**

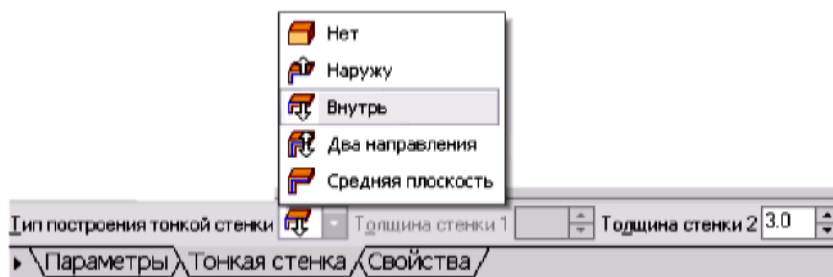


Рис. 9. 22 – Вкладка **Тонкая стенка** для задания параметров тонкой стенки

Если выбрано создание тонкой стенки в двух направлениях, толщину требуется ввести дважды (для направлений внутрь и наружу).

Если поверхность тела была выбрана в качестве средней плоскости стенки, то введенное значение толщины считается общим (в каждом направлении откладывается половина).

Изменение толщины стенки или способа ее определения отображается на фантоме элемента в окне детали (рис. 9.23). Это позволяет оценить правильность задания параметров стенки и при необходимости откорректировать их.

Если контуры в эскизах элемента **выдавливания**, **кинематического** или **по сечениям** не замкнуты (а также при создании тороида вращением незамкнутого контура), может быть построен только тонкостенный элемент. В этих случаях вариант **Нет** в списке **Тип** недоступен.

Использование команды **Приклеить выдавливанием** показано на примере приклеивания к шестигранной усеченной пирамиде тонкостенного цилиндра (рис. 9.24).

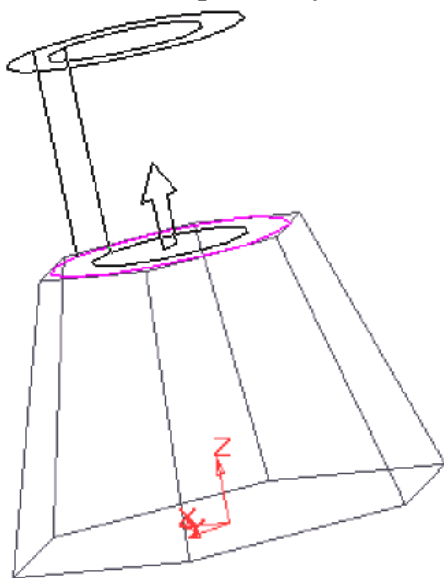


Рис. 9.23 – Фантом элемента модели при приклеивании выдавливанием

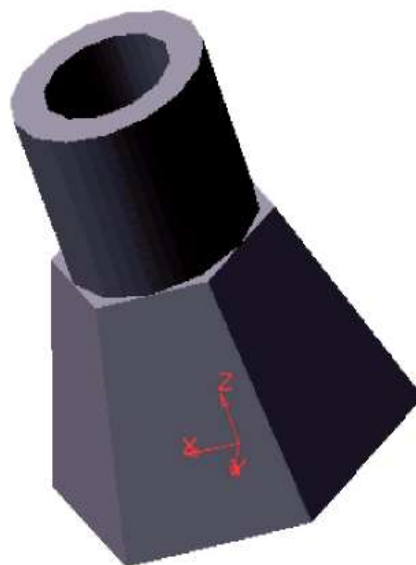



Рис. 9.24 – Модель детали с приклеенным тонкостенным цилиндром

9.3.4.2 Команда Приклеить вращением

Команда **Приклеить вращением** позволяет добавить к детали формообразующий элемент, представляющий собой тело вращения. Команда доступна, если выделен один эскиз.

Требования к эскизу приклеиваемого элемента вращения следующие:

- ось вращения должна быть изображена в эскизе отрезком со стилем линии **Осевая**;
- ось вращения должна быть одна;
- в эскизе приклеиваемого или вырезаемого элемента вращения может быть один или несколько контуров;
- ни один из контуров не должен пересекать ось вращения;
- все контуры должны лежать по одну сторону от оси вращения.

Для вызова команды нужно нажать кнопку  (**Приклеить вращением**) на инструментальной панели редактирования детали или выбрать ее название из меню **Операции**.

Для указания направления вращения контура следует выбрать нужную строку в списке **Направление** (рис. 9.25). Здесь же нужно указать угол, на который будет выполняться вращение.

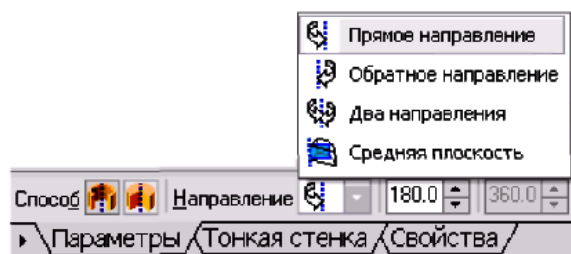


Рис. 9.25 – Выбор направления вращения и угла поворота

Для вращения в двух направлениях угол требуется ввести дважды – для прямого и обратного направления.

Если был выбран вариант **Средняя плоскость**, то угол задается один раз. В этом случае откладывается в каждую сторону половина угла.

Использование команды **Приклеить вращением** к исходной модели половины шара показано на рис. 9.26.

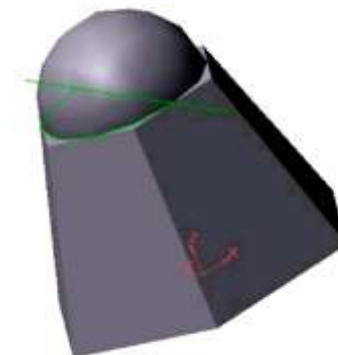


Рис 9.26 – Модель тела с приклеенной половиной шара

9.3.4.3 Команда Приклеить кинематически

Команда **Приклеить кинематически** позволяет добавить к детали тело, представляющее собой результат перемещения эскиза (образующей) вдоль траектории (направляющей). Команда доступна, если в детали существует хотя бы один, не задействованный в других операциях эскиз.

Требования к эскизу (образующей) приклеиваемого кинематического элемента следующие:

- в эскизе (образующей) может быть только один контур;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым.
- Траектория, вдоль которой перемещается эскиз-сечение и которая состоит из одного эскиза, должна удовлетворять следующим требованиям:
- в эскизе траектории может быть только один контур;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контур разомкнут, его начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения;
- если контур замкнут, он должен пересекать плоскость эскиза-сечения.

Если траектория состоит из нескольких **эскизов**, то должны выполняться следующие условия:

- в каждом эскизе траектории может быть только один контур;
- контур должен быть разомкнутым;
- контуры в эскизах должны соединяться друг с другом последовательно (начальная точка одного должна совпадать с конечной точкой другого);
- если эскизы образуют замкнутую траекторию, то она должна пересекать плоскость эскиза-сечения;
- если эскизы образуют незамкнутую траекторию, то её начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения.

Для вызова команды нажмите кнопку  **Приклеить кинематически** на инструментальной панели **Редактирование детали** или выберите её из меню **Операции**.

Чтобы задать эскиз-сечение, нажмите кнопку на вкладке **Параметры Панели** свойств и укажите нужный эскиз в **Дереве построения** или в окне модели. Название эскиза появится в справочном поле вкладки.

Чтобы задать траекторию движения сечения, нажмите кнопку на вкладке **Параметры** и укажите нужный объект.

В качестве траектории может использоваться любая пространственная или плоская кривая, например: ребро, спираль, сплайн, контур в эскизе, ломаная кривая.

Если траектория выбрана неверно, её можно указать повторно, не выходя из команды. Просто щёлкните мышью по нужному объекту. Выделение с ранее указанной кривой будет снято, выбранной для выполнения операции окажется вновь указанная кривая.

Группа переключателей **Движение сечения** (Движение сечения) позволяет выбрать тип перемещения сечения вдоль траектории: **Сохранять угол наклона**, **Параллельно самому себе** и **Ортогонально траектории**.

Построение тонкостенного кинематического элемента и настройка свойств поверхности элемента ничем ни отличается от рассмотренных выше операций. Результат действия команды **Приклеить кинематически** изображён на рис. 9.27 и 9.28.

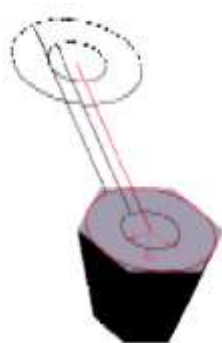


Рис. 9.27 – Фантом элемента модели при приклеивании кинематически



Рис. 9.28 – Модель детали с приклеенным тонкостенным цилиндром

Приклеивание проводится к плоской поверхности, образованной выдавливанием шестиугольника. Приклеиваемая модель образована движением окружности по траектории в виде отрезка, наклоненного к плоскости эскиза. Моделирование осуществлено с использованием вкладки **Тонкая стенка** (рис. 9.22).

9.3.5. Команда *Вырезать*

Вырезать элемент из основания детали можно четырьмя способами. Эта команда имеет подменю из четырёх команд: **Выдавливанием**, **Вращением**, **Кинематически** и **По сечениям**.


9.3.5.1 Команда *Вырезать выдавливанием*


Команда **Вырезать выдавливанием** позволяет вырезать из модели формообразующий элемент, представляющий собой тело выдавливания.

Команда доступна, если выделен один эскиз.

К эскизу вырезаемого элемента выдавливания предъявляются следующие требования:

- в эскизе приклеиваемого или вырезаемого элемента выдавливания может быть один или несколько контуров;
- допускается любой уровень вложенности контуров.

Для вызова команды нажмите кнопку (**Вырезать выдавливанием**) на инструментальной панели редактирования  детали.

С помощью списка  (**Направление**) на вкладке **Параметры** **Панели свойств** задайте направление, в котором требуется выдавливать эскиз: **Прямое направление**, **Обратное направление**, **Два направления** или **Средняя плоскость**.

Выберите способ определения глубины выдавливания из списка  (**Способ**).

Введите величину, характеризующую глубину выдавливания, в поле **Расстояние** на вкладке **Параметры**.

Чтобы наклонить боковые грани элемента выдавливания, выберите направление уклона с помощью переключателя **Уклон** и введите значение угла.

Если было выбрано выдавливание в двух направлениях, то способ определения глубины выдавливания и числовые параметры (расстояние выдавливания, угол и направление уклона) требуется задать дважды – для прямого и обратного направления.

Если был выбран вариант **Средняя плоскость**, то параметры задаются один раз. При этом возможно выдавливание только на расстояние, которое понимается как общая глубина выдавливания, то есть в каждую сторону откладывается его половина. Параметры уклона считаются одинаковыми в обоих направлениях.

Управление построением тонкостенных элементов методом выдавливания производится на вкладке **Тонкая стенка** **Панели свойств**. Для этого следует указать способ задания толщины стенки с помощью списка **Тип построения тонкой стенки**. Выбор варианта **Нет** означает отказ от создания тонкой стенки, для изображения тонкой стенки следует ввести нужное значение в поле **Толщина стенки**.

Изменение толщины стенки или способа ее определения отображается на фантоме элемента в окне детали. Это позволяет оценить правильность введенных параметров стенки и при необходимости их скорректировать.

Пример использования команды **Вырезать выдавливанием** опции **Два направления** при создании сквозной прорези приведен на рис. 9.30. Эскиз расположен в координатной плоскости XZ.

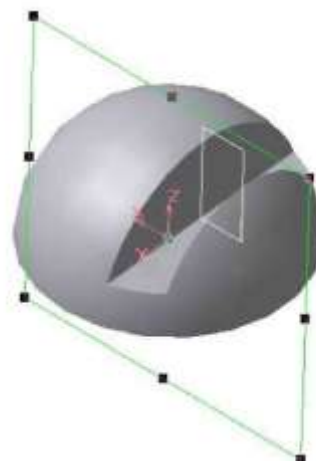



Рис. 9.30 – Модель половины шара со сквозным вырезом



9.3.5.2 Команда *Вырезать вращением*


Команда **Вырезать вращением** позволяет вырезать из модели формообразующий элемент, представляющий собой тело вращения.

Команда доступна, если выделен один эскиз, к которому предъявляются следующие требования:

- ось вращения должна быть изображена в эскизе отрезком со стилем линии **Осевая**;
- ось вращения должна быть одна;
- в эскизе вырезаемого элемента вращения может быть один или не сколько контуров;
- допускается любой уровень вложенности контуров;
- ни один из контуров не должен пересекать ось вращения.

Для вызова команды нажмите кнопку  (**Вырезать вращением**) на инструментальной панели инструментов редактирования детали.



Группа переключателей **Способ** на вкладке **Параметры Панели свойств** позволяет выбрать способ построения элемента. Так, если вращаемый контур не замкнут, то это  **Торонд** или  **Сферонд**.

Затем укажите направление вращения контура, выбрав нужную строку в списке **Направление**  **Направление**.

Задайте угол, на который будет производиться вращение. Для вращения в двух направлениях угол требуется ввести дважды – для прямого и обратного направления.

Если был выбран вариант **Средняя плоскость**, то угол задается один раз. Он воспринимается системой как общий угол (в каждую сторону откладывается его половина).

Управление построением тонкостенных элементов методом вращения производится на вкладке **Тонкая стенка Панели инструментов**.

Выбор результатов операции вырезания производится на вкладке **Вырезание Панели свойств**. Для этого активизируйте переключатель **Результат операции**, соответствующий нужному результату:  (**Вычитание элементов**) или  (**Пересечение элементов**).

Пример использования команды **Вырезать вращением** приведен на рис. 9.31, на котором в теле усеченной пирамиды выполнено углубление. Углубление образовано вращением плоского контура, имеющего форму равнобедренной трапеции.

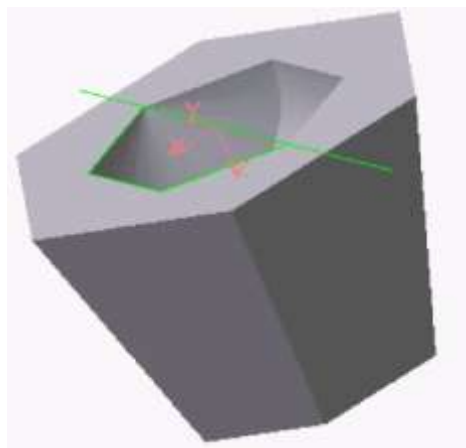


Рис. 9.31 – Модель усеченной пирамиды с углублением, образованным с применением команды **Вырезать вращением**

9.3.5.3 Команда *Вырезать кинематически*

Команда **Вырезать кинематически** позволяет вырезать из модели формообразующий элемент, представляющий собой результат перемещения эскиза-сечения вдоль заданной траектории.

Команда доступна, если в модели существует хотя бы один не задействованный в других операциях эскиз.

Требования к эскизу-сечению вырезаемого кинематического элемента следующие:

- в эскизе-сечении может быть только один контур;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым.


Если траектория сечения состоит из одного эскиза, должны выполняться следующие условия:


- в эскизе-траектории может быть только один контур;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контур разомкнут, его начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения;
- если контур замкнут, он должен пересекать плоскость эскиза-сечения.

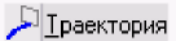
Если траектория состоит из нескольких эскизов, должны выполняться следующие условия:

- в каждом эскизе-траектории может быть только один контур;
- контур должен быть разомкнутым;
- контуры в эскизах должны соединяться друг с другом последовательно (начальная точка одного совпадает с конечной точкой другого);
- если эскизы образуют замкнутую траекторию, то она должна пересекать плоскость эскиза-сечения;

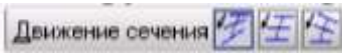
- если эскизы образуют незамкнутую траекторию, то ее начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения.

Для вызова команды нажмите кнопку  (**Вырезать кинематически**) на инструментальной панели редактирования детали.

Чтобы задать эскиз-сечение, нажмите кнопку  на вкладке **Параметры Панели свойств** и укажите нужный эскиз в **Дереве построения** или в окне модели. Название эскиза появится в справочном поле вкладки.

Чтобы задать траекторию движения сечения, нажмите кнопку  на вкладке **Параметры** и укажите нужный объект.

Если траектория выбрана неверно, ее можно указать повторно, не выходя из команды. Для этого щелкните мышью по нужному объекту. Выделение с ранее указанной кривой будет снято, а выбранной для выполнения операции окажется вновь указанная кривая.

Группа переключателей  (**Движение сечения**) позволяет выбрать тип перемещения сечения вдоль траектории, при этом: **Сохранять угол наклона**, **Параллельно самому себе** и **Ортогонально траектории**

Построение тонкостенного кинематического элемента и настройка свойств поверхности элемента ничем не отличается от рассмотренных выше операций.

Результат действия команды **Вырезать кинематически** изображен на рис. 9.32. Здесь показано движение контура по ломаной линии.

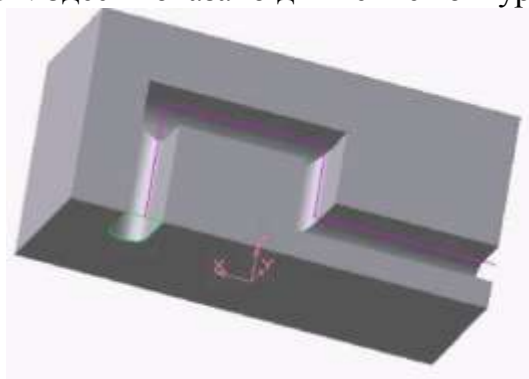


Рис. 9.32 – Формирование выреза по заданной траектории с использованием булевой операции **Вычитание элемента**

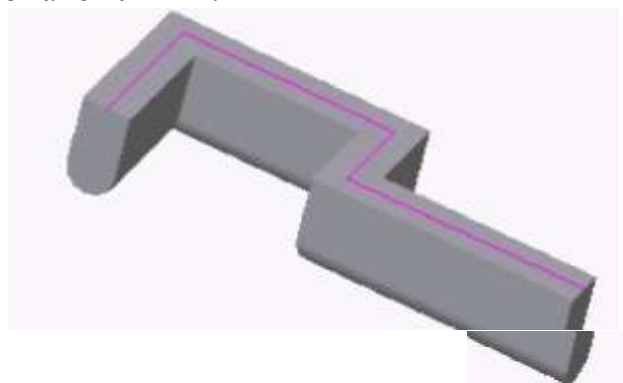




Рис. 9.33 – Формирование модели по заданной траектории с использованием булевой операции **Пересечение элементов**

Группа переключателей **Движение сечения** позволяет выбрать тип перемещения сечения вдоль траектории. При вырезании можно удалить материал модели, находящийся внутри поверхности элемента или снаружи этой поверхности, то есть вычесть элемент из модели или получить пересечение элемента и модели. Выбор результата операции вырезания производится на вкладке **Вырезание Панели свойств**. Для этого активизируйте переключатель **Результат операции** и выберите нужный вариант:  (**Вычитание элемента**) или  (**Пересечение элементов**).

На рис. 9.32 показано кинематическое вырезание с применением команды **Вычитание элемента**, а рис. 9.33 приведено аналогичное изображение, но с применением команды **Пересечение элементов**.





Настройка свойств поверхности осуществляется на вкладке **Свойства**, расположенной на **Панели свойств**.

9.4. Вспомогательные примитивы

При построении трехмерных моделей часто возникает необходимость во вспомогательных построениях. Чем сложнее модель, тем более разнообразным становится арсенал используемых вспомогательных примитивов.


К вспомогательным примитивам относятся оси, плоскости и линии разреза.

9.4.1. Вспомогательные оси

Вспомогательные оси применяются в тех случаях, когда имеющихся в модели осей или ребер недостаточно для нужных построений. Эта команда имеет список из четырех команд:  **Ось через две вершины**,  **Ось на пересечении плоскостей**,  **Ось через ребро** и  **Ось конической поверхности**.

Ниже рассмотрены две наиболее распространенные команды.

9.4.1.1 Ось через ребро

Команда **Ось через ребро** позволяет создать одну или несколько конструктивных осей, каждая из которых проходит через указанное прямолинейное ребро детали. Для вызова команды нажмите кнопку  **Ось через ребро** на панели **Вспомогательная геометрия** или выберите ее название из меню **Операции**.

Укажите курсором прямолинейное ребро детали, через которое должна проходить ось.

Чтобы указать или выделить объект, щелкните мышью в **Дереве построений** по его названию или пиктограмме.

Название и цвет оси можно задать на вкладке **Свойства Панели свойств**.

Завершить ввод осей можно, нажав кнопку **Прервать команду** или клавишу **Esc**.

Пример проведения осей через ребра многогранника представлен на рис. 9.34.

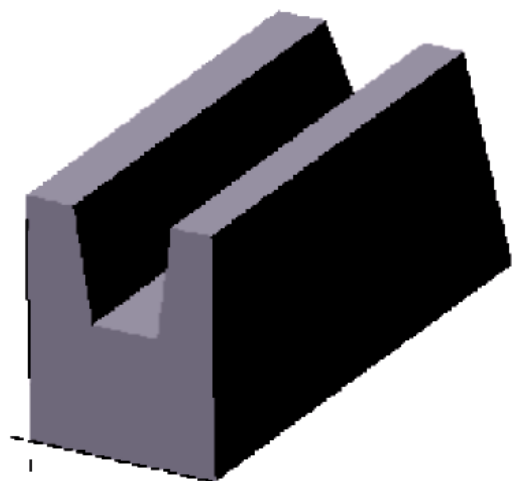



Рис. 9.34 – Вспомогательные оси через ребра многогранника

9.4.1.2 Ось конической поверхности

Команда **Ось конической поверхности** позволяет создать одну или несколько конструктивных осей, каждая из которых является осью конической или цилиндрической поверхности.

Для вызова команды нажмите кнопку  (Ось конической поверхности) на панели **Вспомогательная геометрия** или выберите ее название из меню **Операции**. Укажите курсором коническую поверхность, ось которой требуется построить.

Пример проведения вспомогательной оси через ось вращения конической поверхности вращения представлен на рис. 9.35.

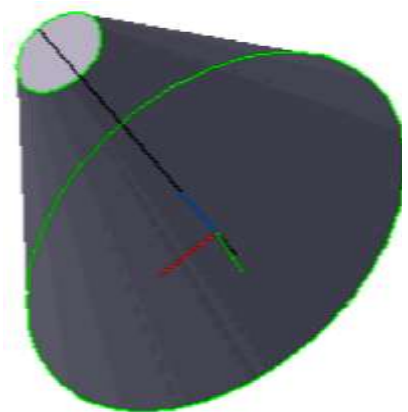


Рис. 9.35 – Вспомогательная ось через ось вращения конической поверхности вращения

9.4.2. Вспомогательные плоскости

Вспомогательные плоскости применяются в тех случаях, когда имеющихся в модели трех плоскостей недостаточно для нужных построений. Вспомогательные плоскости могут быть построены с использованием десяти команд: **Смещенная**, **Через три вершины**, **Через ребро и вершину**, **Под углом к другой плоскости**, **Через вершину параллельно другой плоскости**, **Через вершину перпендикулярно ребру**, **Нормальная**, **Касательная**, **Через ребро параллельно/перпендикулярно другому ребру**, **Через ребро параллельно/перпендикулярно грани** (рис. 9.36).

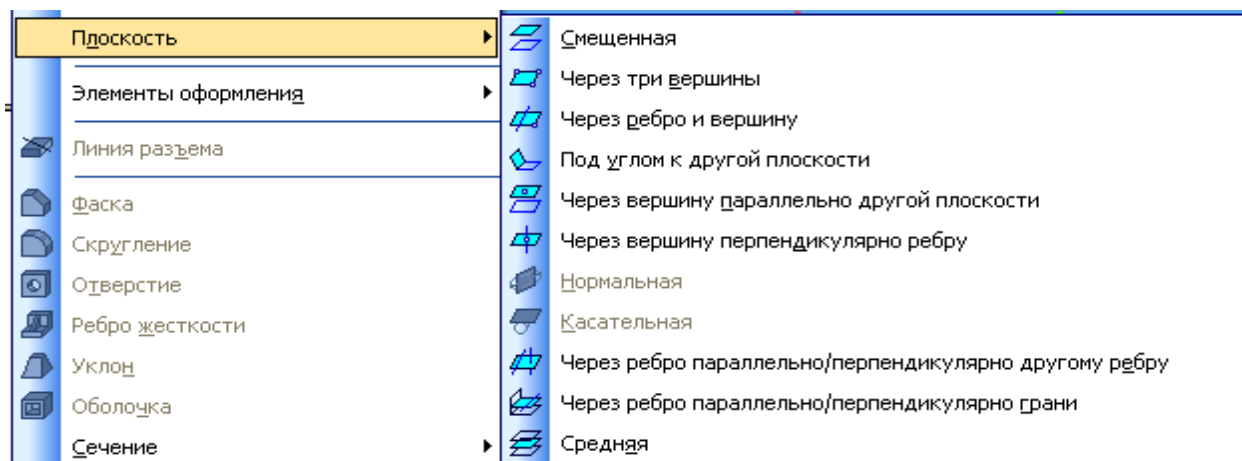


Рис. 9.36 – Команды, предназначенные для создания вспомогательных плоскостей

Ниже рассмотрено большинство из указанных команд.

9.4.2.1 Смещенная плоскость

Команда **Смещенная плоскость** позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, расположенных на заданном расстоянии от указанной плоскости или плоской грани детали.

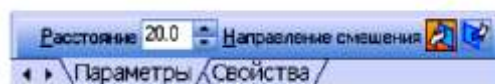



Рис. 9.37 – Вкладка для задания расстояния и направления смещения вспомогательной плоскости

Для вызова команды нажмите кнопку  (**Смещенная**) на панели **Вспомогательная геометрия** или выберите ее название из меню **Операции** (рис. 9.36).

Введите в поле **Расстояние** на вкладке **Параметры** Панели свойств значение расстояния от существующей плоскости (плоской грани) до новой конструктивной плоскости (рис. 9.37).

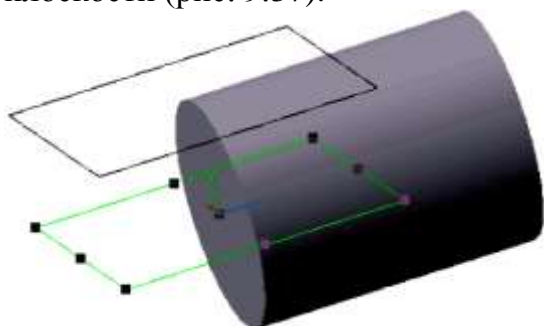



Рис. 9.38 – Вспомогательная плоскость, смещенная относительно координатной плоскости XOZ

Для того чтобы указать, по какую сторону от существующей плоскости должна быть построена новая плоскость, активизируйте переключатель **Направление смещения** (рис. 9.37). С помощью этого переключателя можно выбрать прямое направление или обратное. Укажите плоскость, относительно которой должна быть смещена новая плоскость. Плоскость с заданными параметрами отображается на экране в виде фантома. На рис. 6.5 показан пример смещения создаваемой плоскости относительно стандартной базовой плоскости **XOZ**.

9.4.2.2 *Плоскость через три вершины*

Команда **Через три вершины** позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, каждая из которых проходит через три указанные точки. Такими точками могут служить вершины, характерные точки графических объектов в эскизах (например, конец отрезка, центр окружности и т.п.) или начала координат.

Для вызова команды нажмите кнопку  (**Плоскость через три вершины**) на инструментальной панели **Вспомогательная геометрия** или выберите ее название из меню **Операции**.

Последовательно указывайте тройки вершин детали, через которые должны проходить создаваемые плоскости. На рис. 9.39 показано проведение плоскости через три вершины многогранника.

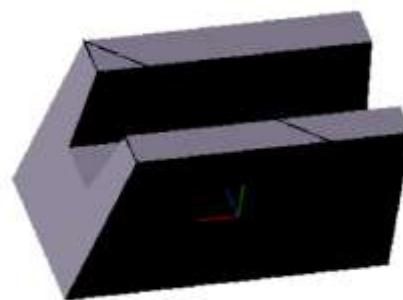



Рис. 9.39 – Вспомогательная плоскость через три вершины

9.4.2.3 *Плоскость через ребро и вершину*

Команда **Через ребро и вершину** позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, каждая из которых проходит через прямолинейный объект и точку.

Объектами для построения плоскости могут служить ребро, вспомогательная ось или отрезок в эскизе. Опорной точкой может быть вершина, характерная точка графического объекта в эскизе (например, конец отрезка, центр окружности и т.п.) или начало координат.

Для вызова команды нажмите кнопку  (**Плоскость через ребро и вершину**) на панели инструментов **Вспомогательная геометрия** или выберите ее название из меню **Операции**. Укажите прямолинейное ребро (или вспомогательную ось) и вершину, через которую должна проходить создаваемая плоскость. На рис. 9.40 показан пример построения плоскости, проходящей через вершину и ребро.

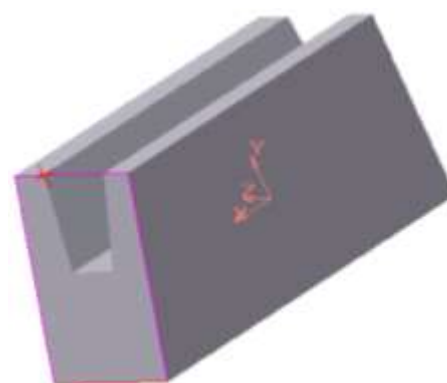



Рис. 9.40 – Вспомогательная плоскость через ребро и вершину

9.4.2.4 *Плоскость под углом к другой плоскости*

Команда **Под углом к другой плоскости** позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через прямолинейный объект под заданным углом к существующему плоскому объекту. Объектом, через который будет проходить плоскость, может служить ребро, отрезок в эскизе или вспомогательная ось. Плоским объектом, к которому наклонена плоскость, может быть вспомогательная плоскость или плоская грань.

Прямолинейный объект должен быть параллелен плоскому объекту или принадлежать ему.

Для вызова команды нажмите кнопку  **Плоскость под углом к другой плоскости** на панели **Вспомогательная геометрия** или выберите ее название из меню **Операции**. Укажите вспомогательную плоскость или плоскую грань (опорную плоскость), под углом к которой должна пройти новая плоскость. Укажите ребро в опорной плоскости, через которое должно пройти новая плоскость. Введите в поле



Угол

на **Панели свойств** значение угла между опорной плоскостью и создаваемой плоскостью или выберите его из списка.

Чтобы указать, в какую сторону от опорной плоскости должен быть отложен указанный угол, воспользуйтесь переключателем **Направление угла** на вкладке **Параметры Панели свойств**.

Можно также задать название и цвет плоскости на вкладке **Свойства**.

Плоскость с заданными параметрами отображается на экране в виде фантома (рис. 9.41).

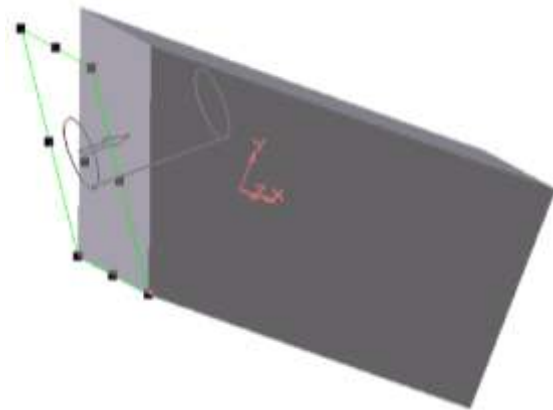



Рис. 9.41. Вспомогательная плоскость через ребро под заданным углом к боковой грани

9.4.2.5 *Плоскость через вершину параллельно другой плоскости*

Эта команда позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через выбранные точки параллельно указанным конструктивным плоскостям или плоским граням.

Точками могут служить вершины, характерные точки графических объектов в эскизах (например, конец отрезка, центр окружности и т.п.) или начала координат.

Для вызова команды нажмите кнопку  (**Плоскость через вершину параллельно другой плоскости**) на панели **Вспомогательная геометрия** или выберите её название из меню **Операции**.

Укажите вершину, через которую должна пройти новая плоскость, и существующую плоскость (или плоскую грань), параллельно которой должна пройти новая плоскость (рис. 9.42).

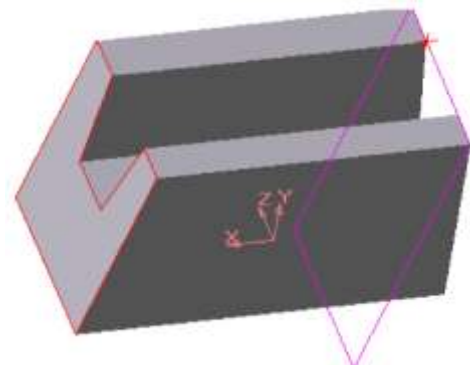



Рис. 9.42 – Вспомогательная плоскость через вершину параллельно боковой грани

9.4.2.6 *Плоскость через вершину перпендикулярно ребру*

Эта команда позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через заданные точки перпендикулярно указанным прямолинейным объектам.

Точками для построения объекта могут служить вершины, начала координат, характерные точки графических объектов в эскизах (концы отрезков, центры окружностей и т.п.). Прямолинейными объектами могут быть ребра, конструктивные оси, отрезки в эскизах.

Для вызова команды нажмите кнопку  (**Плоскость через вершину перпендикулярно ребру**) на панели **Вспомогательная геометрия** или выберите её из меню **Операции**. Укажите вершину, через которую должна пройти новая плоскость, и существующую ось (или прямолинейное ребро), перпендикулярно которой

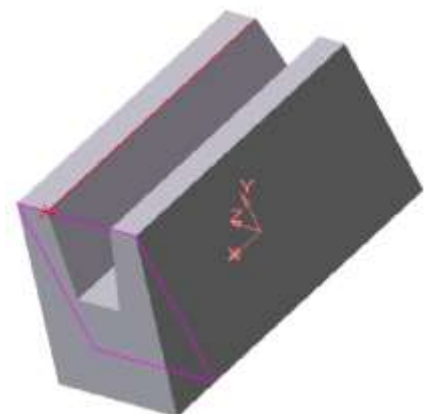



Рис. 9.43 - Вспомогательная плоскость через вершину перпендикулярно ребру

должна пройти новая плоскость. Вершина может не принадлежать ребру. На рис. 9.43 показана плоскость, проведенная перпендикулярно ребру через одну из его вершин.

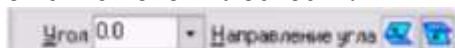
Данная команда часто используется для выполнения кинематических операций.

9.4.2.7 Нормальная плоскость

Эта команда позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через ось цилиндрической или конической поверхности детали. Для вызова команды нажмите кнопку  (**Нормальная плоскость**) на панели **Вспомогательная геометрия** или выберите её название из меню **Операции**. Укажите поверхность, через ось которой должна пройти новая плоскость.

Так как через ось цилиндрической или конической поверхности можно провести множество плоскостей, то для определения одной из них требуется задать дополнительное условие. Для этого укажите плоскость или плоскую грань, относительно которой будет задаваться положение новой плоскости.

Введите в поле



Угол на вкладке **Параметры Панели свойств** значение угла между указанным плоским объектом и создаваемой плоскостью. По умолчанию в этом поле задано значение **0**. При этом новая плоскость создается параллельно указанной. Если значение угла не нулевое, задайте положение новой плоскости относительно указанной. Для этого воспользуйтесь переключателем (**Направление угла**).

Плоскость с заданными параметрами отображается на экране в виде фантомов. На рис. 9.44 показана плоскость, проходящая через ось цилиндрической поверхности под углом к боковой грани.

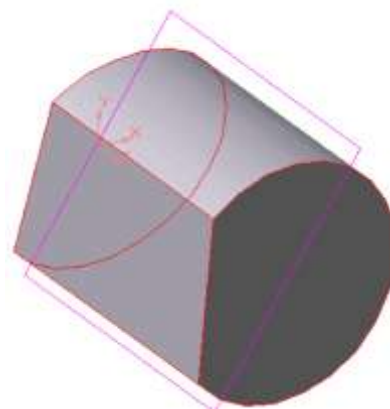


Рис. 9.44 – Вспомогательная плоскость через ось цилиндрической поверхности вращения под заданным углом к указанной грани

9.4.2.8 Касательная плоскость

Эта команда позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, касательных к цилиндрической или конической поверхности детали. Чтобы построить плоскость, касающуюся поверхности, требуется задать линию касания. Линия касания определяется пересечением поверхности и плоскости, проходящей через ось этой поверхности.

Поэтому перед вызовом команды **Касательная плоскость** в модели должна быть построена **Нормальная плоскость** (плоскость, проходящая через ось поверхности вращения), пересекающая поверхность в нужном месте касания.

(**Касательная плоскость**) на панели **Вспомогательная геометрия** или выберите ее название из меню **Операции**.

Укажите цилиндрическую или коническую поверхность, к которой будет построена касательная плоскость. Затем укажите плоскость или плоскую грань, проходящую через ось поверхности вращения. Чтобы указать, по какую сторону от поверх-

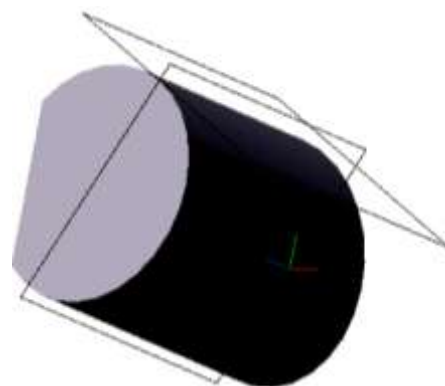



Рис. 9.45 – Вспомогательная плоскость, касающаяся цилиндрической поверхности вращения



ности должна быть построена касательная плоскость, активизируйте переключатель **Положение плоскости** на вкладке **Параметры**.

Плоскость, касающаяся цилиндрической поверхности, показана на рис. 9.46.

9.4.2.9 Плоскость через ребро параллельно или перпендикулярно другому ребру

Эта команда позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные прямолинейные объекты параллельно или перпендикулярно другим прямолинейным объектам.

Объектами для построения плоскости могут служить рёбра, вспомогательные оси или отрезки в эскизах. Для вызова команды нажмите кнопку  (**Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно другому ребру**) на панели **Вспомогательная геометрия** или выберите ее название из меню **Операции**. Укажите ребро (или вспомогательную ось), через которое должна пройти плоскость.

Чтобы выбрать вариант построения – параллельно или перпендикулярно другому ребру (оси), активизируйте переключатель **Положение плоскости**   на вкладке **Параметры** **Панели свойств**. Переключатель имеет два положения: **Параллельно ребру** и **Перпендикулярно ребру**.

Название и цвет плоскости можно задать на вкладке **Свойства**. Плоскость с заданными параметрами отображается на экране в виде фантома.

На рис. 9.47 показана плоскость, проведённая через одно ребро перпендикулярно другому ребру.

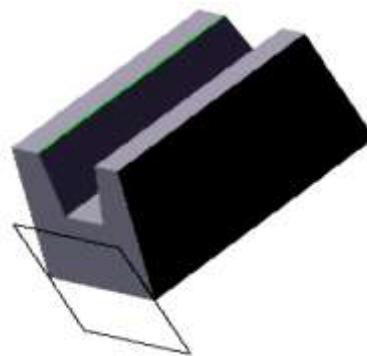





Рис.9.47 – Вспомогательная плоскость, проходящая через одно ребро и перпендикулярная другому

9.4.2.10 Плоскость через ребро параллельно грани

Эта команда позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные прямолинейные объекты параллельно или перпендикулярно плоским объектам. Прямолинейными объектами для построения плоскости могут служить рёбра, вспомогательные оси или отрезки в эскизах. Плоскими объектами могут служить вспомогательные плоскости или плоские грани модели. Для вызова команды нажмите

кнопку  (**Плоскость через ребро параллельно / перпендикулярно грани**) на панели **Вспомогательная геометрия** или выберите её название из меню **Операции**. Укажите ребро (или вспомогательную ось), через которое должна пройти плоскость. Чтобы выбрать вариант построения – параллельно или перпендикулярно плоской грани (или плоскости), активизируйте переключатель

Положение плоскости   (**Положение плоскости**) на вкладке **Параметры** **Панели свойств**.

Укажите грань (или вспомогательную плоскость), параллельно (или перпендикулярно) которой должна пройти плоскость. Если строится параллельная плоскость, может быть указана только плоская грань или плоскость

На рис. 9.48 показана плоскость, проведённая через ребро и параллельная координатной плоскости **XZ**.

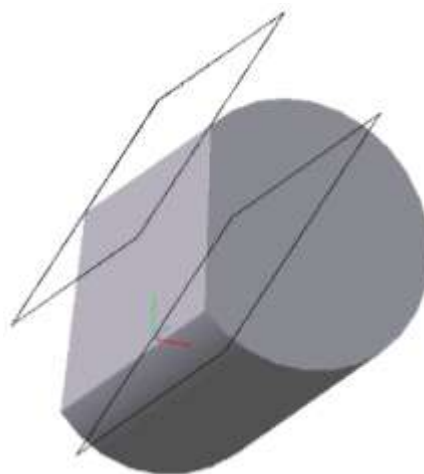














Рис. 9.48 – Вспомогательная плоскость проходящая через ребро и параллельная

9.5. Команды обработки 3D-модели

После построения трехмерной модели с использованием различных операций по формообразованию так же, как и при материальном изготовлении детали, возникает необходимость в ее обработке. Под обработкой понимается выполнение фасок, скруглений, отверстий, разрезов, установка ребер жесткости и пр. Для этих целей в системе КОМПАС предусмотрены следующие команды:  **Фаска**,  **Скругление**,  **Отверстие**,  **Ребро жесткости**,  **Уклон**,  **Оболочка** и  **Сечение**.

9.5.1. Фаска

Команда **Фаска** позволяет создать фаску на указанных ребрах детали.

Команда не выполняется для ребер, образованных гладко сопряженными гранями. Для вызова команды нажмите кнопку  (**Фаска**) на инструментальной панели редактирования детали или выберите ее название в меню **Операции**. С помощью переключателя **Способ построения** на вкладке **Параметры Панели свойств** выберите способ построения фаски:  **По стороне и углу** или  **По двум сторонам**. Если фаска строится по стороне и углу, введите в поле **Длина 1** длину стороны фаски, а в поле **Угол** – угол между этой стороной и поверхностью фаски. Если фаска строится по двум сторонам, введите их длины в поля **Длина 1** и **Длина 2**. Укажите в окне детали ребра, на которых требуется построить фаску. Если требуется построить фаски на всех ребрах какой-либо грани, укажите эту грань. После указания первого ребра в окне детали возникает фантом – стрелка, направленная вдоль одной из граней. Она показывает направление первой стороны фаски. Для изменения направления воспользуйтесь переключателем **Направление**:  **Первое направление** и  **Второе направление**. В полях группы **Объекты**

Грани 1	Ребра 0
---------	---------

 на вкладке **Параметры** отображаются количества ребер и граней, указанных для выполнения операции. Чтобы исключить какой-либо объект (ребро или грань) из числа выбранных, укажите его в окне детали повторно. Выделение с этого объекта будет снято, и при построении фаски он учитываться не будет. Опция **Продолжать по касательным ребрам** в некоторых случаях позволяет указать меньшее количество ребер для выполнения команды.

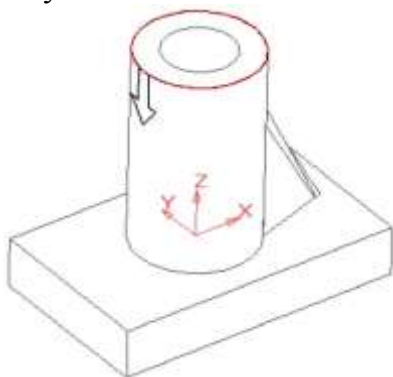


Рис. 9.49 – Модель на этапе формирования фаски на цилиндре

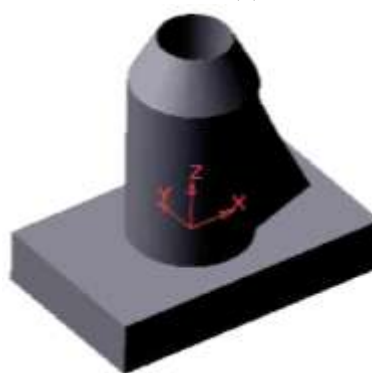




Рис. 9.50 – Модель с выполненной фаской на цилиндре

Настройка свойств поверхности фаски осуществляется на вкладке **Свойства**. После задания всех параметров фаски и настройки ее свойств нажмите кнопку  **Создать объект**. На рис. 9.49 показана модель в процессе формирования фаски, а на рис. 9.50 – конечный результат.

9.5.2. Скругление

Команда **Скругление** позволяет скруглить выбранные ребра детали.

Команда не выполняется для ребер, образованных гладко сопряженными гранями. Для вызова команды нажмите кнопку  (**Скругление**) на инструментальной панели редактирования детали или выберите ее название в меню **Операции**. Введите радиус скругления в поле радиус **Радиус 6.0** на вкладке **Параметры Панели свойств**.

Укажите в окне детали ребра, которые требуется скруглять. Если необходимо скруглить все ребра какой-либо грани, укажите эту грань.

В полях группы переключателей **Объекты** **Грани 0** **Ребра 3** на вкладке **Параметры** отображается количество граней и ребер, указанных для выполнения операции. Чтобы исключить какой-либо объект (ребро или грань) из числа выбранных, укажите его повторно в окне детали. Выделение этого объекта будет снято, и при построении скругления он учитываться не будет. Опция **Продолжать по касательным ребрам** в некоторых случаях позволяет упростить указание ребер для выполнения команды. Активизируйте опцию **Автоопределение**, чтобы включить автоматический выбор способа построения скругления в случаях его пересечения с соседними гранями.




Рис. 9.51 – Модель с выполненными скруглениями

Если во всех таких случаях необходимо сохранение кромки, выключите опцию **Автоопределение** и включите опцию **Сохранять кромку**. Эти опции доступны только при создании скругления с постоянным радиусом. Пример выполнения скругления основания модели, а также создание галтели показан на рис. 9.51.

9.5.3. Отверстие

Команда **Отверстие** позволяет создать круглые ступенчатые отверстия различной конфигурации.

Перед вызовом команды требуется выделить плоский объект (плоскую грань детали, вспомогательную или конструктивную плоскость), на котором должно располагаться отверстие. Для вызова команды нажмите кнопку  **Отверстие** на инструментальной панели редактирования детали. Элементы управления вкладки становятся доступными после указания отверстия.

Для указания нужного отверстия и настройки его параметров служит панель **Выбор отверстия** на вкладке **Параметры Панели свойств** (рис. 9.52).

Панель выбора отверстия разделена на несколько областей. В первой из них содержится структура библиотеки отверстий («дерево» разделов), во второй – перечень элементов выбранного раздела. Команды контекстного меню первой и второй области позволяют управлять представлением их элементов, а также отображением областей комментария и просмотра. Область комментария к выбранному типу отверстия содержит описание геометрических параметров его формы. В области

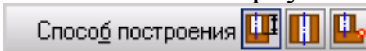


Рис. 9.52 – Панель Выбор отверстия и их параметров

просмотра показывается эскиз профиля отверстия и размеры, управляющие параметрами профиля. Таблица численных значений параметров занимает нижнюю часть окна.


Выбрав отверстие, введите значения его параметров в соответствующую колонку таблицы. Не все значения размеров можно менять в произвольном порядке. Например, нельзя сделать диаметр резьбы меньше диаметра отверстия. Если требуется уменьшить диаметр резьбы, сначала измените диаметр отверстия, а затем диаметр резьбы.

После ввода нового значения параметра в колонке Изменен напротив его имени появляется «галочка». Щелчок на ней мышью позволяет вернуть исходное значение параметра.


Группа переключателей  **Способ построения** на вкладке **Параметры** позволяет выбрать способ определения глубины отверстия: **На глубину**, **Через все**, **До вершины**.

Фантом отверстия с заданными параметрами отображается в окне модели. Точка привязки отверстия по умолчанию располагается в начале локальной системы координат плоского объекта, на котором создается это отверстие.

Чтобы разместить отверстие в нужном месте плоско-

го объекта, расфиксируйте поле 

на вкладке **Параметры** и укажите положение отверстия мышью или введите координаты центра отверстия. Чтобы выбрать направление построения отверстия, активизируйте соответствующий переключатель направления на **Прямое** или на **Обратное**

. Настройка свойств поверхности отверстия проводится на вкладке Свойства Панели свойств. На рис. 9.53 показан в разрезе при мер выполнения трех различных отверстий, конфигурация которых взята из библиотеки центровых отверстий.

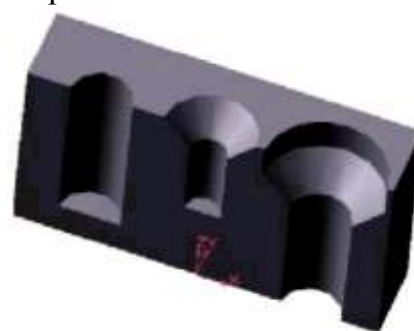


Рис. 9.53 – Модель детали с отверстиями, конфигурация и размеры которых взяты из библиотеки


9.5.4. Ребро жесткости


Команда **Ребро жесткости** позволяет создавать ребра жесткости детали.

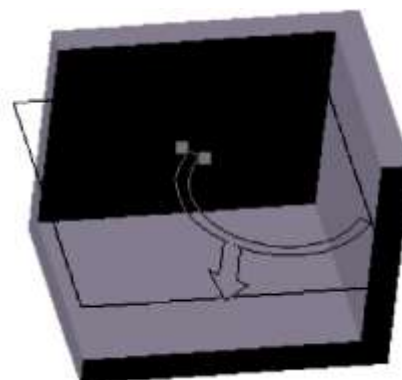
Команда доступна, если выделен один эскиз.

Требования к эскизу ребра жесткости следующие. Контур в эскизе ребра жесткости может не доходить до тела детали. В этом случае система продолжит контур до пересечения с ближайшей гранью. Криволинейные контуры продолжают по касательным к ним в крайних точках.

Для вызова команды нажмите кнопку

 (**Ребро жесткости**) на инструментальной панели редактирования детали или выберите ее название в меню **Операции**.

Переключатель  **Положение** на вкладке **Параметры** **Панели свойств** управляет ориентацией ребра в двух направлениях: **В плоскости эскиза** и **Ортогонально плоскости эскиза**. Направление построения ребра жесткости показано фантомной стрелкой в окне детали. Если требуется изменить автоматически выбранное направ-



а) модель на этапе формирования ребра жесткости с использованием команды **Ортогонально плоскости эскиза**

ление, активизируйте другую опцию в группе **Направление** (Направление). Этот переключатель имеет два направления: **Прямое** и **Обратное**. На рис. 9.54а показано формирование ребра жесткости с использованием команды **Ортогонально плоскости эскиза** в переключателе **Положение** **Положение** и команды **Прямое** в переключателе **Направление** **Направление**. Результат формообразования приведен на рис. 9.54б. Если требуется, чтобы боковые грани ребра имели уклон, введите в поле **Угол уклона** значение угла. Направление уклона граней ребра жесткости – только наружу, изменить его нельзя.

Если эскиз ребра жесткости состоит из нескольких отрезков или дуг, кнопка **Следующий** позволяет указать нужные отрезки или дуги, задающие направление уклона. Для определения толщины ребра жесткости выберите способ задания толщины стенки из списка **Тип построения тонкой стенки** на вкладке **Толщина Панели свойств**. Затем введите нужное значение в поле **Толщина стенки** (рис. 9.55).

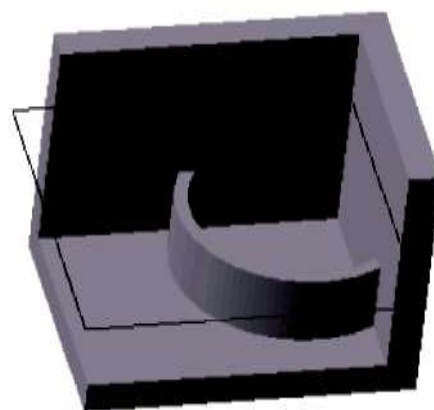
На рис. 9.56 показана модель с ребром жесткости толщиной 5 мм, выполненное с уклоном 20°. Если выбрано создание ребра жесткости в двух направлениях, то толщину требуется ввести дважды (для направлений внутрь и наружу).

Если плоскость эскиза (или перпендикулярная ей плоскость) была выбрана в качестве средней плоскости элемента, то введенное значение толщины считается общим (в каждом направлении откладывается его половина).

Изменение толщины или способа ее определения отображается на фантоме ребра жесткости в окне детали. Это позволяет оценить правильность задания параметров стенки и при необходимости откорректировать их.

9.5.5. Уклон

Команда **Уклон** позволяет придать уклон плоским граням, перпендикулярным основанию, или цилиндрическим граням, образующие которых перпендикулярны основанию. Для вызова команды нажмите кнопку **Уклон** на инструментальной панели редактирования детали или выберите ее название в меню **Операции**.



б) модель с выполненным ребром жесткости

Рис. 9.54.

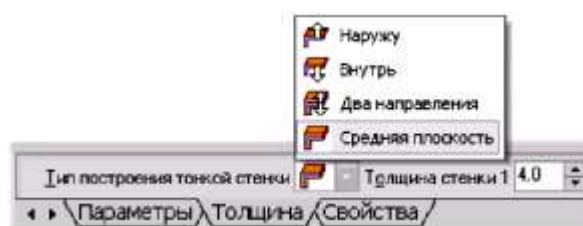


Рис. 9.55 – Задание параметров на вкладке **Толщина**

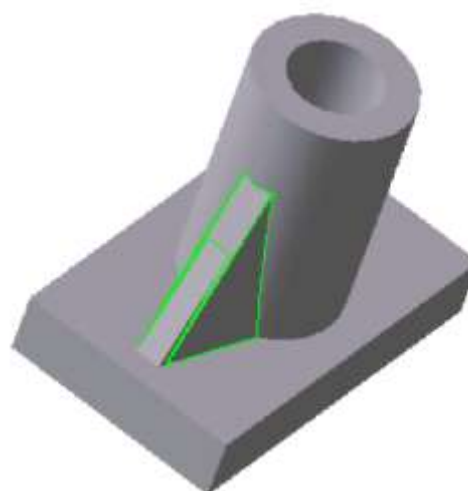




Рис. 9.56 – Модель с ребром жесткости выполненным с уклоном

Чтобы выбрать основание, активизируйте переключатель **Основание** и укажите нужную грань в окне детали.  **Основание**. Если основание выбрано неверно, его можно указать повторно, не выходя из команды. Просто щелкните мышью по нужной грани. Выделение с ранее указанной грани будет снято. Вновь указанная грань окажется выбранной в качестве основания уклона. Чтобы выбрать грани, выполняемые с уклоном, активизируйте переключатель **Грань**  **Грани** и укажите нужные грани в окне детали. Чтобы исключить какую-либо грань из числа выбранных, укажите ее в окне детали повторно. Выделение этой грани будет снято. Она не будет учитываться при построении.

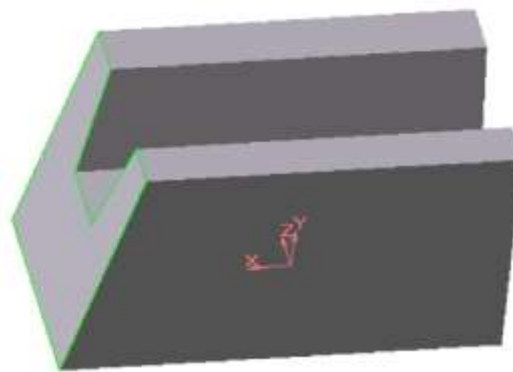



Рис. 9.57 – Модель с выполненным уклоном боковой грани относительно основания


Результат выполнения команды **Уклон** показан на рис. 9.57 (основание – нижняя грань, уклоняемая грань – левая боковая).

Иногда в качестве основания можно указать разные грани. При этом результат выполнения команды будет зависеть от взаимного положения основания и уклоняемой грани.

Введите угол уклона в поле **Угол** на вкладке **Параметры Панели свойств**.

Переключатель  **Уклон** позволяет выбрать направление уклона – внутрь или наружу. Если грань, указанная для выполнения операции, гладко соединяется с другими гранями, то им автоматически придается уклон с теми же параметрами, что были заданы для выбранной грани. При создании уклонов следует придерживаться следующих рекомендаций:

- не наклоняйте каждую грань в отдельности. Если возможно, указывайте при выполнении команды **Уклон** как можно большее количество граней, которые требуется наклонить под одинаковым углом к одному и тому же основанию. В этом случае расчеты при перестроении модели будут производиться быстрее;
- если требуется скруглить одно или несколько ребер, ограничивающих уклоняемую грань, сделайте это после придания грани уклона.

Настройка свойств поверхности уклона находится на вкладке **Свойства**. Чтобы подтвердить создание уклона, нажмите кнопку  (**Создать объект**).

Прервать построение можно, нажав кнопку **Прервать команду** или клавишу **Esc**.

Команда не выполняется, если система обнаружит, что грани, перестроенные в соответствии с заданными параметрами уклона, не образуют тело.

Если применить команду **Уклон** к грани, уже наклоненной к основанию под каким-либо углом, то этот угол учитываться не будет.

Применение команды **Уклон** наиболее эффективно на завершающих этапах проектирования литых деталей, когда отдельным граням требуется придать небольшой уклон для облегчения выемки отливок из форм.

9.5.6. Сечение

При создании трёхмерной модели возникает необходимость отсечения части детали. Границей сечения может служить базовая плоскость либо эскиз. Для этих целей предусмотрены две команды: **Сечение плоскостью** и **Сечение по эскизу**.

9.5.6.1 Сечение плоскостью



Эта команда позволяет удалить часть модели, находящейся по одну сторону пересекающей эту модель поверхности, вспомогательной или проекционной плоскости. Для вызова команды нажмите кнопку  **Сечение поверхностью** на инструментальной панели редактирования детали. Если перед вызовом команды выделена поверхность, пересекающая модель, название этой плоскости появляется в поле **Поверхность сечения** на вкладке **Параметры Панели свойств**. если плоскость не была выделена перед вызовом команды, укажите ее. Часть модели можно удалить по любую сторону от указанной поверхности.



Рис. 9.58 – Модель тела, полученная после отсечения исходной модели ее плоскостью симметрии

Чтобы изменить направление отсечения (оно показывается на фантоме в окне модели в виде стрелки), воспользуйтесь соответствующим переключателем на вкладке **Параметры**. После выбора направления отсечения и настройки свойств нажмите кнопку  (**Создать объект**).


На рис. 9.58 показан пример сечения модели фронтальной плоскостью.

9.5.6.2 Сечение по эскизу

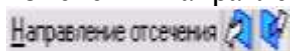
Команда **Сечение по эскизу** удаляет часть исходной модели цилиндрической поверхностью, образованной перемещением выбранного эскиза. Направление перемещения эскиза перпендикулярно его плоскости. Удаление происходит по одну сторону от цилиндрической поверхности.

К эскизу предъявляются следующие требования:

- в эскизе может быть только один контур;
- контур в эскизе разомкнут;
- проекция модели на плоскость эскиза должна пересекать контур этого эскиза.

Перед вызовом команды выделите эскиз, задающий направляющую цилиндрической поверхности. Для вызова команды нажмите кнопку  (**Сечение по эскизу**) на инструментальной панели редактирования детали или выберите ее название из меню **Операции**.

После ввода команды в поле **Профиль сечения** на вкладке **Параметры Панели свойств** появляется название эскиза, по которому производится отсечение. Перед удалением нужно выбрать направление отсечения (оно показывается в окне модели стрелкой) (рис. 9.59). Для изменения направления отсечения воспользуйтесь



соответствующим переключателем. На рис. 9.60 приведен результат отсечения части модели по эскизу, показанному на рис.9.59.

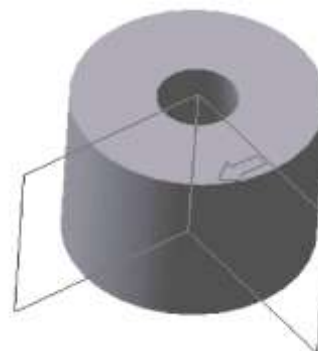


Рис. 9.59 – Модель тела и проецирующей поверхности, заданной эскизом



Рис. 9.60 -. Результат отсечения части модели по эскизу

9.5.7. Массив элементов

При создании трехмерных моделей иногда возникает необходимость в построении одинаковых элементов, расположенных в детали с определенной закономерностью. Для этой цели в системе КОМПАС предусмотрены команды: **Массив элементов**, **Зеркальный массив** и **Зеркально отразить все**.

Ниже рассматривается команда **Массив элементов**, имеющая подменю из трех команд: **По сетке**, **По концентрической сетке** и **Вдоль кривой** (рис. 9.61).



Рис. 9.61 – Команды для создания массива заданных элементов

9.5.7.1 Массив элементов по параллелограммной сетке

Команда **По сетке** позволяет создать массив, элементы которого располагаются в узлах параллелограммной сетки. Элементы, которые требуется скопировать, можно выделить перед вызовом команды. Для этого укажите их в **Дереве построения** или в окне детали.


Для вызова команды нажмите кнопку  (**По сетке**) на инструментальной панели редактирования детали или выберите ее название в меню **Операции**.

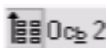
Чтобы указать или выделить объект в **Дереве**, щелкните мышью по его названию или пиктограмме. Таким способом вы можете выделить или указать эскиз, вспомогательный или формообразующий элемент (например, элемент, прикрепленный операцией вращения, отверстие или фаску).


Указание и выделение объектов в **Дереве** может производиться только в режиме трехмерных построений. Если система находится в режиме эскиза, указание и выделение объектов в **Дереве построения** невозможно (несмотря на то, что оно видно на экране). При указании или выделении любого объекта Древа соответствующая ему часть модели подсвечивается в окне модели. Чтобы выделить несколько объектов, нажмите клавишу **Ctrl** и, удерживая ее, указывайте нужные объекты. Чтобы выделить группу объектов, расположенных подряд друг за другом, выделите первый (последний) из этих объектов, нажмите и удерживайте клавишу **Shift**, затем выделите последний (первый) объект. Выделение будет распространено на все объекты группы.

Направление осей сетки можно задать двумя способами:

- указать существующие в модели прямолинейные объекты (ребра, конструктивные оси, отрезки и ломаные прямые);
- задать углы, характеризующие расположение осей.



По умолчанию после вызова команды активен элемент  **Ось 1** на вкладке **Параметры Панели свойств**. Выберите первый объект в **Дереве построения** или в окне детали.



Элемент  **Ось 2** будет активизирован автоматически, и вы можете сразу указать второй объект. Чтобы отказаться от использования выбранных объектов, активизируйте нужный элемент – **Ось 1** и **Ось 2** – и укажите эти объекты заново. Выделение с них будет снято, и вы сможете задать направления осей заново.

Во втором способе для выбора направления осей сетки введите нужные значения в поля **Угол наклона** и **Угол раствора**  **Угол раствора**.

Возможно сочетание способов. Например, направление первой оси можно задать, указав ребро детали, а направление второй – введя угол раствора в соответствующем поле **Панели свойств**.

На следующем шаге укажите копируемые элементы, если они не были выделены перед вызовом команды. Введите количество экземпляров и значения шага вдоль первой оси в поля **N1** **Шаг 1** **N1** и **Шаг 1**. Затем введите количество экземпляров и значения шага вдоль второй оси в поля **N2** **Шаг 2** **N2** и **Шаг 2**.

Группа Режим управляет интерпретацией значения шага:  Шаг между соседними экземплярами и  Шаг между крайними экземплярами.

Если требуется создать экземпляры массива во всех узлах сетки, активизируйте переключатель  Оставлять копии внутри сетки. Активизация переключателя  Удалять копии внутри сетки означает, что экземпляры массива будут созданы только по периметру сетки.

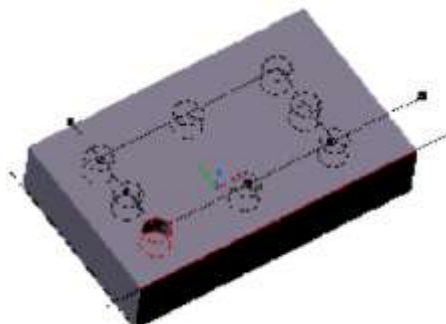


Рис. 9.62 – Фантом массива отверстий в прямоугольной детали

В окне детали отображается фантом массива (рис. 9.62), что позволяет оценить правильность задания параметров и при необходимости внести в них изменения.

Для создания геометрического массива включите соответствующую опцию на вкладке **Параметры**. Включение этой опции ускоряет создание и перестроение массива, так как не производится копирование операций и их параметров. При создании геометрического массива копируются только грани и ребра исходных элементов. Однако иногда скопированные поверхности располагаются относительно имеющихся так, что не образуют тело. В таких случаях опция **Геометрический массив** должна быть отключена.

Иногда требуется исключить из массива единичные элементы. Для такого изменения массива укажите в окне детали удаляемые элементы, выделив любые их грани. Затем нажмите клавишу **Delete**.

На экране появится диалог **Удаление операции копирования** (рис.9.63).

В этом диалоге требуется указать, нужно ли удалить все элементы массива (вариант **Всю операцию**) или только выбранные элементы (вариант **Экземпляры**). Выберите вариант **Экземпляры**. В окне диалога активизируется список номеров удаляемых элементов массива, где первая цифра означает номер ряда (нумерация рядов начинается с единицы) по **Оси 1**, вторая – по **Оси 2**. Нажмите кнопку **ОК** диалога.

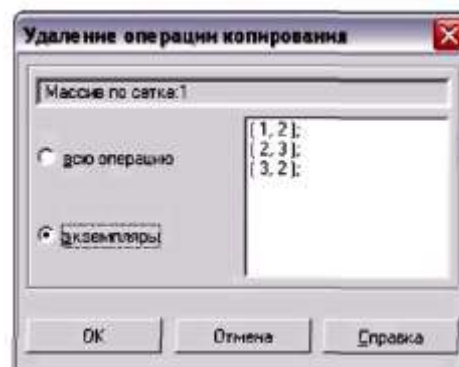



Рис. 9.63 – Окно диалога по удалению части элементов массива

Массив будет перестроен и отображен в окне детали без указанных элементов (рис. 9.64).

Если требуется восстановить все или отдельные исключенные из массива экземпляры, выполните следующие действия. Выделите в **Дереве построения** тот массив по сетке, удаленные экземпляры которого требуется восстановить, и вызовите из контекстного меню команду **Редактировать элемент**. На **Панели свойств** появятся элементы управления, позволяющие настроить параметры массива. Активизируйте вкладку **Удаленные**. На этой вкладке находится список удаленных элементов (рис. 9.65)

Выделите в списке элемент, который необходимо восстановить, и нажмите кнопку  **Восстановить**. Фантом восстановленных экземпляров появится в окне модели, а их номера исчезнут из списка удаленных экземпляров на **Панели свойств**.

Настройка свойств поверхности производится на вкладке **Свойства Панели свойств**.

После задания параметров массива и настройки свойств поверхности экземпляров нажмите кнопку **Создать объект**. Прервать создание массива можно, нажав кнопку **Прервать команду** или клавишу **Esc**.

На рис. 9.66 показан результат выполнения команды **По сетке** при следующих параметрах: количество экземпляров вдоль первой оси – 3, второй – 3, шаг между соседними экземплярами вдоль первой оси – 29, вдоль второй оси – 11, угол раствора – 90°, переключатель копий включен в положение **Удалять копии внутри сетки**.

При редактировании параметров сетки можно изменить значения количественных и качественных параметров, которые определяли эту сетку при ее создании, но нельзя изменить тип сетки. Например, концентрическую сетку нельзя превратить в прямоугольную, и наоборот.

Чтобы отредактировать параметры сетки, выделите в **Дереве построения** этот массив и вызовите из контекстного меню команду **Редактировать элемент**.

После вызова команды редактирования массива по сетке на **Панели свойств** появятся те же элементы управления, которые использовались при его создании. Если какие-либо элементы были удалены, появится вкладка **Удаленные**. Введите новые

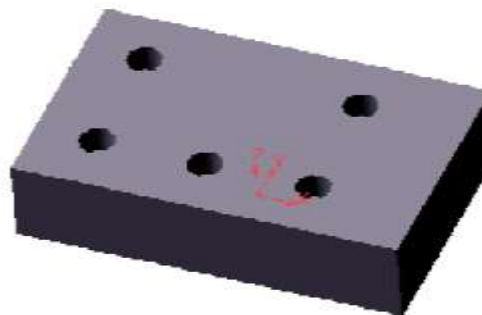


Рис. 9.64 – Модель с выполненным массивом отверстий и последующим удалением части из них



Рис. 9.65 – Диалоговое окно для восстановления удаленных элементов

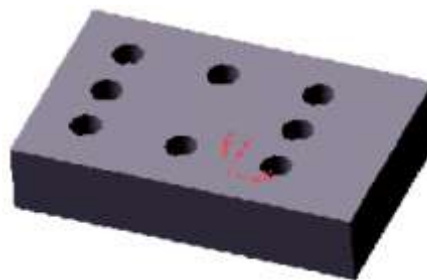












Рис. 9.66 – Модель тела после создания массива отверстий


параметры сетки (например, шаг); активизируйте нужные переключатели. Все изменения параметра сетки отображаются в фантоме массива в окне модели.

9.5.7.2 Массив элементов по концентрической сетке



Эта команда позволяет создать массив, элементы которого располагаются в узлах концентрической сетки. Элементы, которые требуется скопировать, можно выделить перед вызовом команды. Для этого укажите их в **Дереве построения** или в окне детали. Для вызова команды нажмите кнопку  **Массив по концентрической сетке** на инструментальной панели редактирования детали или выберите ее название в меню **Операции**.


Концентрическая сетка характеризуется положением ее плоскости, центра, радиусами окружностей и углом между пересекающимися их радиальными лучами. Чтобы задать положение плоскости сетки и ее центра, укажите **Ось массива** – любой прямолинейный объект в **Дереве построения** или в окне детали. Плоскость сетки будет перпендикулярна оси массива, а центр сетки будет лежать на этой оси. Укажите копируемые элементы, если они не были выделены перед вызовом команды. Введите количество экземпляров в радиальном и кольцевом направлениях в поля  **N1**  **N2** и  **N2**. Введите значение шага в радиальном направлении в поле  **Шаг 1**  **Шаг 1**.

Если активен переключатель  **Шаг между соседними экземплярами**, то это значение воспринимается как расстояние между соответствующими точками соседних экземпляров массива вдоль радиального направления. Если активен переключатель  **Шаг между крайними экземплярами**, то это значение воспринимается как расстояние между соответствующими точками первого и последнего экземпляров массива вдоль радиального направления, то есть заданное количество экземпляров равномерно размещается на участке, длина которого задана в поле **Шаг 1**. Введите значение углового шага в кольцевом направлении в поле  **Шаг 2**  **Шаг 2**.

Переключатель  **Направление** управляет расположением массива относительно начальной оси: **Прямое** и **Обратное**. Начальная ось сетки проводится через любую точку исходного экземпляра массива. Затем добавляются остальные оси. Если направление добавления осей, предложенное системой, требуется изменить, активизируйте другой переключатель в группе **Направление**. Однако результат построения массива не зависит от направления в случаях, если:

- значение в поле **Шаг 2** равно 360° и активен переключатель **Шаг между крайними экземплярами**;
- частное от деления 360° на значение поля **Шаг 2** – целое число и оно меньше, чем значение поля **N2**.

Группа  **Ориентация** управляет ориентацией экземпляров массива относительно проекционных плоскостей. Если все экземпляры должны быть ориентированы относительно плоскостей проекций также, как и исходный объект, активизируйте переключатель  **Сохранять исходную ориентацию**.

Активизация переключателя  **Доворачивать до радиального направления** означает, что экземпляры массива будут повернуты так, чтобы углы между ними и осями сетки, на которых они расположены, равнялись углу между исходным объектом и начальной осью сетки.

В окне детали отображается фантом массива (рис. 9.67), что позволяет оценить правильность задания параметров и при необходимости внести в них изменения. Для

создания геометрического массива включите соответствующую опцию на вкладке **Параметры Панели свойств**. При копировании элемента, выдавленного **До поверхности**, с отключенной опцией **Геометрический массив** каждый экземпляр массива выдавливается до этой же поверхности. В результате этого геометрические элементы могут отличаться друг от друга формой торца поверхности.

При включенной опции **Геометрический массив** каждое геометрическое тело является точной копией исходного элемента.

Для исключения из массива геометрических элементов укажите их, выделив любые грани, затем нажмите клавишу Delete. На экране появится диалог (рис. 9.68), в котором требуется указать, удалить все элементы массива (вариант **Всю операцию**) или только выбранные (вариант **Экземпляры**). Выберите вариант **Экземпляры**.

В окне диалога активизируется список номеров удаляемых элементов массива. Номер элемента массива состоит из двух чисел: первое – номер элемента в радиальном направлении, второе – номер элемента в кольцевом направлении (нумерация элементов начинается с единицы). Нажмите ОК диалога, Массив будет перестроен и отображен в окне детали без указанных элементов.

На рис. 9.69 показан результат выполнения команды **По концентрической сетке** при следующих параметрах: количество экземпляров вдоль радиальной оси – 2, в кольцевом направлении – 5, шаг в радиальном направлении – 10, **Шаг 2** -360°, кнопка **Ориентация** включена в положение **Доворачивать до радиального направления**. Опция **Геометрический массив** отключена.

В качестве второго примера показано формирование массива отверстий в цилиндрической модели.

Вначале в модели выполнено одно цилиндрическое углубление (рис. 9.70). Затем (рис. 9.71) выполнена команда **По концентрической сетке** при следующих параметрах: экземпляр массива вращается вокруг оси цилиндра; количество экземпляров вдоль радиальной оси — 1, в кольцевом направлении – 5, **Шаг 2** – 360°, кнопка **Ориентация** включена в положение **Доворачивать до радиального направления**.

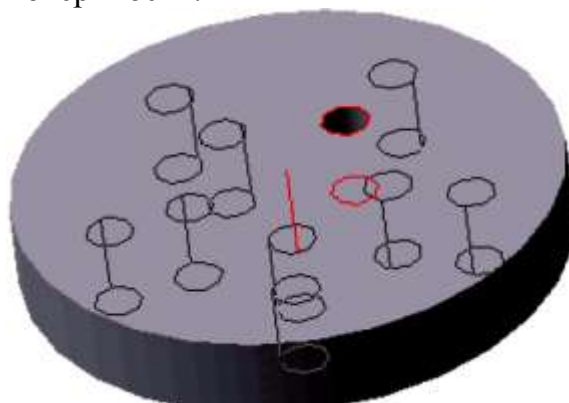


Рис. 9.67 – Фантом массива отверстий по концентрической сетке

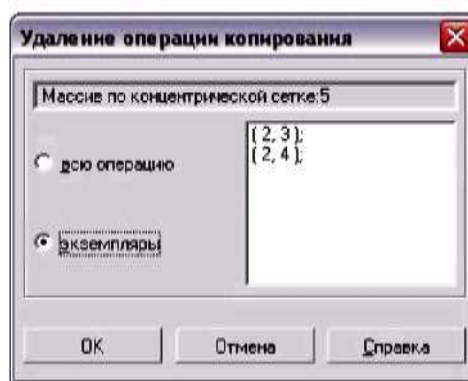


Рис. 9.68 – Окно диалога по удалению части элементов

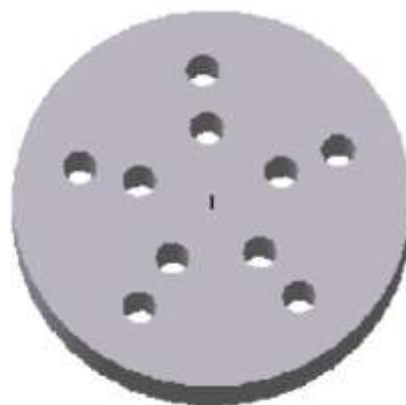


Рис. 9.69 – Модель тела с выполненным массивом отверстий по концентрической сетке



Рис.9.70 – Исходная модель цилиндра с цилиндрическим углублением

Для наглядности полученная модель представлена на рис.9.72 после использования команды **Сечение**



Рис. 9.71 – Модель цилиндра с выполненным в нем массивом углублений по концентрической сетке

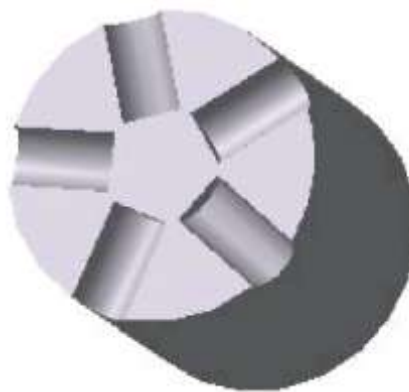


Рис. 9.72 – Модель части цилиндра с углублениями после отсечения плоскостью

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 2.305-68. Изображения – виды, разрезы, сечения. – М.: изд-во ГОССТАНДАРТ, 1991.-236 с.
2. ГОСТ 2.307-68. Нанесение размеров и предельных отклонений. – М.: изд-во ГОССТАНДАРТ, 1991. – 236 с.
3. Вяткин Г.П. Машиностроительное черчение. – М.: Машиностроение, 2000. –432 с.
4. Чекмарев А.А. Инженерная графика: учеб. для немаш. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 2000. – 335 с.
5. Федоренко В. А., Шошин А. И. Справочник по машиностроительному черчению. - Л.: Машиностроение, 1986.
6. Шпур Г., Краузе Ф-Л. Автоматизированное проектирование в машиностроении: пер. с нем. – М.: Машиностроение, 1988. -875 с: ил.
7. Потемкин А.П. Инженерная графика. – М.: Лори, 2002. -44 с.
8. Потемкин А.Е. Твёрдотельное моделирование в системе КОМПАС-3D. -СПб.: БХВ-Петербург, 2004. -512 с.: ил.
9. Кудрявцев Е.М. Практикум по КОМПАС-3D: Машиностроительные библиотеки. –М.: ДМК Пресс, 2007. -440 с., ил.
10. КОМПАС-3D V10. Руководство пользователя. Том 1. -375 с.
11. КОМПАС-3D V10. Руководство пользователя. Том 2. -344 с.
12. КОМПАС-3D V10. Руководство пользователя. Том 3. -424 с.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

ЛУСЬ Володимир Іванович

ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА

Курс лекцій

(для студентів 1 курсу бакалаврів за напрямом підготовки
6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища
та збалансоване природокористування»)

(Рос. мовою)

Відповідальний за випуск *Т. Є. Киркач*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *С. М. Швидкий*

План 2011, поз. 99-Л

Підп. до друку 25.07.2011 р.

Формат 60×84/16

Друк на ризографі.

Ум. друк. арк. 6,5

Зам. №

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011 р.